

TRAITÉ
D'ÉLECTRICITÉ MÉDICALE

PRINCIPAUX MÉMOIRES DE M. E. ONIMUS

Recherches sur l'occlusion des orifices auriculo-ventriculaires.

De la théorie dynamique de la chaleur dans les sciences biologiques. Ouvrage couronné par la Société de biologie.

Expériences sur la genèse des leucocytes et sur la génération spontanée.

De la vibration nerveuse et de l'action réflexe dans les phénomènes intellectuels.

Recherches expérimentales sur les phénomènes consécutifs à l'ablation du cerveau et sur les mouvements de rotation.

De l'état mental de la population de Paris pendant les deux sièges. 1872.

Contribution à l'étude de la septicémie.

Deux leçons sur l'emploi médical de l'électricité faites à l'hôpital de la Salpêtrière.

Du langage considéré comme phénomène automatique, et d'un centre nerveux phono-moteur.

De la Psychologie dans les drames de Shakespeare.

Articles **Muscle**, **Contractures** et **Électrothérapie** dans le *Dictionnaire enclyclopédique des sciences médicales.*

Étude physiologique et clinique des surfaces en contact avec le sol.

Des déformations du pied et de la jambe.

Bourloton. — Imprimeries réunies, B, rue Mignon, 2.

TRAITÉ

D'ÉLECTRICITÉ

MÉDICALE

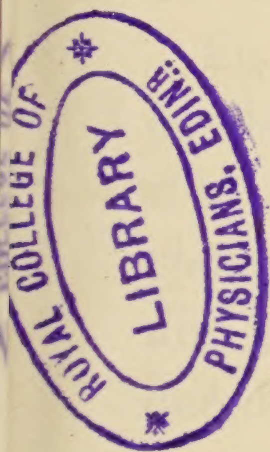
RECHERCHES PHYSIOLOGIQUES ET CLINIQUES

PAR LES DOCTEURS

E. ONIMUS ET CH. LEGROS

DEUXIÈME ÉDITION, REVUE ET CONSIDÉRABLEMENT AUGMENTÉE

PAR E. ONIMUS



AVEC 275 FIGURES DANS LE TEXTE

PARIS

ANCIENNE LIBRAIRIE GERMER BAILLIÈRE ET Cie

FÉLIX ALCAN, ÉDITEUR

108, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 108

1888


ROYAL COLLEGE OF PHYSICIANS
LIBRARY

INTRODUCTION

Comme introduction à cette deuxième édition nous croyons devoir commencer par faire la critique même de notre ouvrage. Aussi bien n'avons-nous aucune autre ambition, en publiant ce volume, que d'aider à l'avancement de l'électrothérapie, et en reconnaissant les côtés faibles de notre œuvre, nous croyons encore aider aux progrès de cette science nouvelle,

En premier lieu, nous méritons le reproche d'avoir donné des développements inégaux à nos différents chapitres et de n'en avoir pas mesuré l'étendue selon les lois des traités classiques. Il est vrai que l'électrothérapie touche pour ainsi dire à toutes les questions de physiologie et de clinique, et que de nombreux volumes ne suffiraient pas pour traiter dans tous ses détails tout ce qui s'y rattache. Aussi avons-nous cru qu'il serait plus profitable d'étudier à fond les sujets les plus importants, et qui sont en même temps ceux qu'on peut considérer comme la base des applications thérapeutiques.

Le plan général du livre aurait pu être avantageusement modifié, mais nous avons craint de trop nous écarter de la première édition. Celle-ci nous l'avons faite avec Charles

Legros, et nous avons voulu respecter cette collaboration même dans ce que notre bien regretté ami pourrait aujourd'hui considérer comme des défauts. Malgré notre désir de plaire au public, nous plaçons en première ligne le respect d'une mémoire qui nous est chère par-dessus toutes.

On retrouvera donc dans cette édition tous les chapitres qui étaient dans la première édition. Plusieurs sont considérablement augmentés, ce sont ceux sur les courants autonomes des tissus; — sur les lois des courants électriques; — sur les phénomènes d'électrolyse; — sur les phénomènes de la circulation; — sur l'influence de la direction des courants sur le système nerveux; — sur les affections de la matrice, etc.

D'autres chapitres sont entièrement nouveaux. Ce sont ceux qui traitent de la crampe des télégraphistes, — des paralysies obstétricales, des paralysies consécutives aux accidents des chemins de fer; — de la contraction pseudo-paralytique infantile à propos de laquelle nous avons cru devoir reproduire une partie de nos recherches physiologiques sur les mouvements coordonnés, car non seulement pour cette affection mais pour presque toutes les affections du système nerveux, ces notions sont d'une grande utilité.

L'orthopédie étant une des branches cliniques les plus importantes des affections musculaires, nous n'avons pas hésité à donner un grand développement à cette étude, préférant même laisser de côté les nombreuses questions qui se rattachent aux réactions électro-musculaires dont les paralysies faciales sont le type. Nous nous proposons de traiter ces questions dans une publication spéciale, et nous renvoyons le lecteur à notre article ÉLECTROTHÉRAPIE du *Dictionnaire encyclopédique des sciences médicales*. Les faits importants de ces réactions électro-musculaires se trouvent

d'un autre côté relatés et généralisés dans le chapitre que nous avons consacré à l'étude des signes de la mort réelle, car ce sont précisément ces réactions qui constituent les manifestations les plus utiles.

Il y a longtemps que cette édition devrait être terminée, et les premières feuilles ont été composées il y a déjà plusieurs années. Dans un sujet tel que celui-ci, le temps amène des changements rapides, et, pour ne citer qu'un exemple, nous avons modifié depuis cette époque nos idées sur l'emploi de l'électricité statique. La crainte de voir l'électrothérapie retomber dans d'anciens errements, nous avait mal disposés pour ce mode d'électrisation, et nous sommes les premiers à reconnaître, grâce surtout aux recherches de Charcot, que dans un certain nombre d'affections nerveuses l'électricité statique offre des avantages réels.

Toute science qui est à ses débuts et qui embrasse une foule de sujets, et c'est le cas de l'électrothérapie, est forcément condamnée à avoir des côtés défectueux, et la seule chose que l'on puisse demander à ceux qui ont la prétention de donner des conseils ou d'établir des lois, c'est de ne pas confondre leurs théories et leurs préférences avec les principes qui servent à fonder cette science nouvelle, et qui doivent lui être définitivement acquis.

Si nous remplissons une partie de ce programme, nous avons la certitude d'avoir accompli une œuvre utile, malgré toutes les critiques que nous nous faisons à nous-même et toutes celles que l'on pourra nous adresser.

E. O.

Octobre 1887.

TRAITÉ
D'ÉLECTRICITÉ MÉDICALE

PREMIÈRE PARTIE

APPAREILS ÉLECTRIQUES

CHAPITRE PREMIER

DE L'EMPLOI DE L'ÉLECTRICITÉ STATIQUE EN THÉRAPEUTIQUE

L'électrisation statique était autrefois beaucoup employée en médecine, mais elle a été presque complétement abandonnée depuis la découverte des courants d'induction et des courants continus.

Les appareils employés sont la machine électrique par frottement que tout le monde connaît, et ses diverses modifications, et, comme condensateur, la bouteille de Leyde.

L'électricité statique comprend divers procédés d'application.

A. *Étincelles.* — Le patient est placé près de la machine, et il reçoit des étincelles en approchant les parties malades, des conducteurs métalliques de la machine électrique en action.

B. *Électrisation par étincelles* ou *Bain électrique.* — On place la personne que l'on veut électriser sur un ta-

bouret isolant, et on la met ensuite en communication avec les conducteurs d'une machine électrique. Le corps se charge d'électricité, dont une partie se répand à sa surface, et l'autre s'écoule dans l'air ambiant et produit le hérissement des cheveux. On associe quelquefois ce procédé avec celui des étincelles.

C. *Électrisation à l'aide d'un condensateur.* — On se sert de la bouteille de Leyde. On met sa garniture extérieure en communication avec la partie du corps qu'on veut électriser, tandis qu'on approche de la surface opposée de la même partie un excitateur en communication avec la garniture intérieure de la bouteille. La neutralisation des tensions de signes contraires se fait alors à travers les parties situées entre les deux points en contact avec les conducteurs.

Ce qui caractérise l'électricité statique, c'est sa forte tension, mais ses effets ne diffèrent pas notablement de ceux des appareils d'induction, et il est possible d'obtenir avec des bouteilles de Leyde les mêmes actions physiologiques qu'avec ces derniers. Il suffirait pour cela d'avoir des bouteilles de Leyde qui se déchargeraient et se rechargeraient plus ou moins rapidement.

Il faut également remarquer que la décharge de la bouteille de Leyde, selon le signe du fluide, agit différemment sur les tissus vivants. Dans une lettre écrite en 1792, Volta rapporte l'expérience suivante : « Ayant répété souvent l'expérience, j'ai vu que, si la partie de la bouteille qui touche le nerf est positive ou *en plus*, il suffit, pour produire les convulsions, d'une charge de cinq ou six centièmes de degré de mon électromomètre à paillette ; et, au contraire, si l'on fait toucher par le muscle et correspondre au nerf la partie électrisée négativement ou *en moins*, ce n'est pas assez de vingt,

vingt-cinq, trente centièmes de degré du même électromomètre. » Comme le fait remarquer Matteucci[1] : il est difficile de décrire une expérience plus exacte et qui montre plus clairement, comme cela est vrai pour toute espèce de courants électriques, que le courant direct est celui qui éveille la contraction la plus forte et qui excite le nerf le plus énergiquement.

Dans ces derniers temps, on a naturellement cherché à refaire du nouveau avec des procédés oubliés ou délaissés, et l'on est revenu à employer l'électricité statique.

Il est certain que ce mode d'électrisation a une action incontestable sur l'organisme, surtout chez des personnes dont le système nerveux est très impressionnable, et spécialement le système nerveux *périphérique*, car l'électricité statique restant localisée à la superficie de la peau, agit principalement sur les nerfs cutanés, et par conséquent sur les phénomènes de sensibilité cutanée ou sur certains nerfs spéciaux. Il n'y a donc rien d'étonnant que, dans ces cas, l'électricité statique ait une influence même supérieure à celle des autres sources d'électricité, mais ces cas sont très limités.

D'un autre côté, on peut obtenir des effets analogues, plus énergiquement et plus profondément avec les autres formes des courants électriques, sans avoir recours à des appareils plus coûteux, plus encombrants et d'un maniement incommode. C'est ainsi que la faradisation cutanée, a une action analogue et souvent plus efficace.

Machine de Holtz. — La machine de Holtz est une des plus puissantes, mais son maniement est souvent difficile, car elle ne donne pas d'électricité dès qu'il y a de l'humidité

1. *Phénomènes physico-chimiques des corps vivants* (*Revue des cours scientifiques*, 1868).

dans l'air. Les médecins qui prétendent s'en servir continuellement nous étonnent, car dans les laboratoires de physique les mieux organisés et même dans les magasins de la maison Ruhmkorff, il est impossible, certains jours, d'en tirer la moindre étincelle. Nous avons été souvent obligé de mettre en dessous un feu assez ardent pour dessécher l'air et obtenir ainsi à la longue le fonctionnement de cette machine. Par contre, quand elle commence à donner des étincelles, celles-ci sont très fortes, et des plus fortes qu'on puisse obtenir.

Cette machine (fig. 1) se compose d'un plateau circulaire

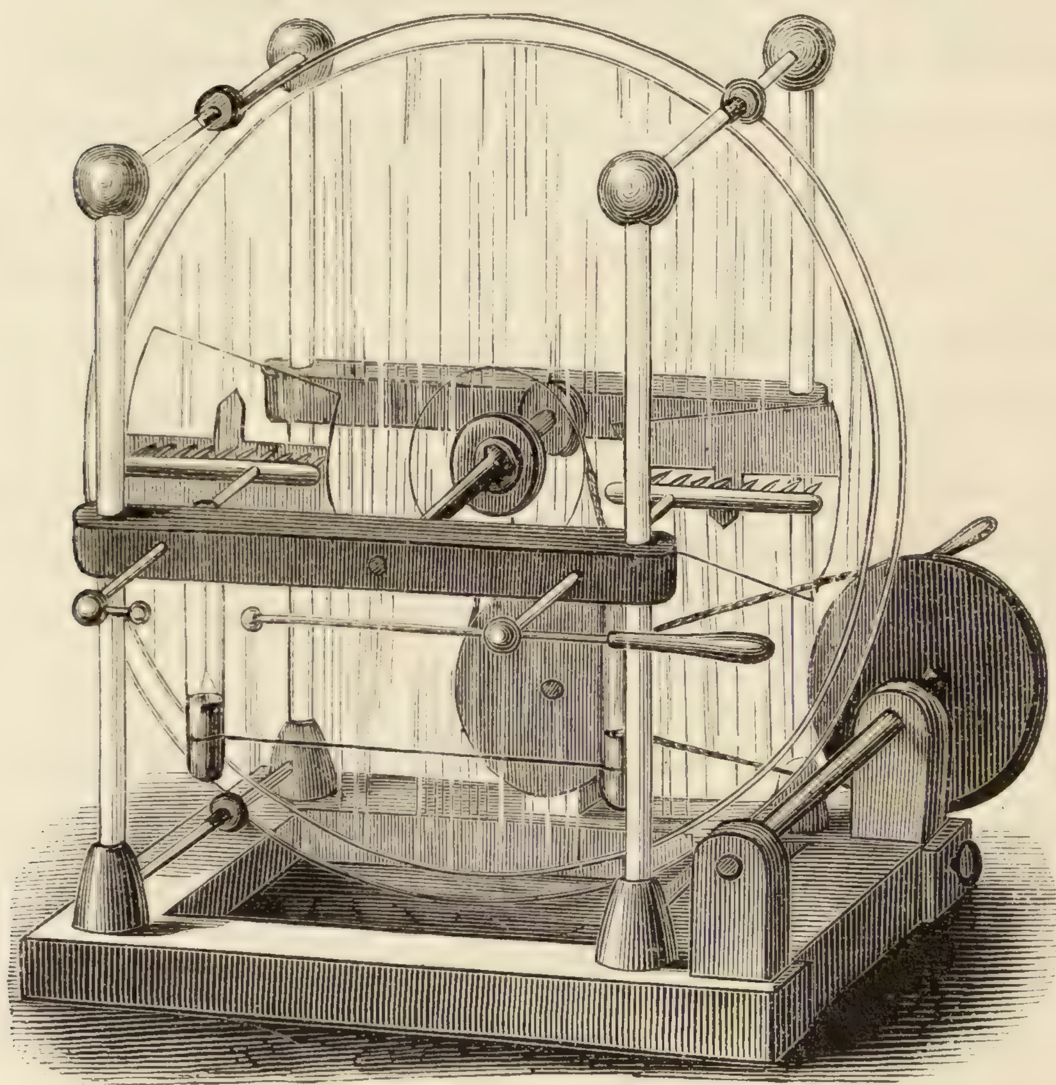


Fig. 1. — Machine de Holtz.

en verre qui est maintenu dans une position fixe par quatre tiges horizontales en verre fixées elles-mêmes à des montants verticaux. Ce plateau fixe est percé près de son bord de deux fenêtres dont les bords supérieurs et inférieurs

sont des rayons, et les bords latéraux des circonférences concentriques. Sur le bord supérieur d'une des fenêtres et le bord inférieur de l'autre sont collés des morceaux de papier verni se terminant par une pointe de carton située dans le plan du plateau fixe, vers le milieu de chaque fenêtre.

Deux des montants verticaux supportent une barre épaisse de caoutchouc durci, à travers laquelle s'engagent deux tiges métalliques se terminant par des cylindres horizontaux armés de dents, comme les mâchoires de la machine ordinaire. Ces peignes s'arrêtent en face des morceaux de papier collés sur les bords des fenêtres. En dehors, les tiges métalliques se terminent par deux petites sphères; à travers l'une d'entre elles passe une tige terminée par un manche de caoutchouc durci. On peut, par le glissement de cette dernière tige, éloigner ou rapprocher l'une de l'autre deux boules entre lesquelles jailliront les étincelles.

Tout ceci constitue les parties fixes de la machine. Entre le plateau fixe et les peignes métalliques tourne un second plateau en verre que l'on peut animer d'un mouvement rapide de rotation au moyen d'une manivelle et de courroies de transmission. L'axe de ce plateau est en fer recouvert d'un manchon de caoutchouc durci; il s'appuie sur deux barres portées par les montants verticaux de l'appareil, et passe à travers une large ouverture circulaire pratiquée dans le plateau fixe.

Pour mettre en marche la machine de Holtz, on commence par rapprocher la tige mobile de manière que les peignes se trouvent en communication entre eux. On approche alors de l'un des morceaux de papier du plateau fixe une lame de caoutchouc (fig. 2) électrisée par frottement à l'aide d'une peau de chat. On imprime un mouvement de rotation au plateau mobile, dans un sens tel qu'il vienne

au-devant des pointes de carton (en sens inverse des aiguilles d'une montre). On entend alors un crépitement qui annonce que la machine se charge; en écartant la boule mobile à l'aide d'un manche isolant, on voit une large aigrette violacée se produire d'une manière continue entre les deux boules. Le conducteur, placé du côté de la

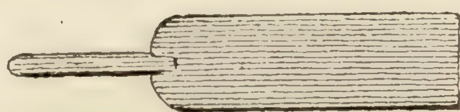


Fig. 2.

feuille de papier électrisée au moyen de la lame de caoutchouc, est négatif.

L'aigrette lumineuse continue se transforme en une série d'étincelles linéaires brillantes, lorsqu'on met les deux peignes en communication avec deux petites bouteilles de Leyde dont les armatures extérieures communiquent entre elles.

La charge de la machine, et par suite la longueur des étincelles qu'on en peut tirer, va en croissant à mesure qu'elle fonctionne. Si l'on vient à écarter trop rapidement les deux boules entre lesquelles jaillissent les étincelles, la machine se *décharge* et cesse de fournir de l'électricité; il faut l'*amorcer* de nouveau.

Machine Carré. — On doit à M. Carré la construction d'une machine électrique analogue à celle de Holtz, moins puissante, mais moins fragile et moins sensible aux influences atmosphériques. Dans cette machine (fig. 3), le plateau fixe est supprimé. Un plateau inférieur en verre passe entre une paire de frottoirs, et se maintient constamment chargé d'électricité positive. La partie supérieure de ce plateau représente donc un des morceaux de papier de l'appareil de Holtz; l'autre morceau est représenté par une lame

rectangulaire de caoutchouc durci fixée à un conducteur cylindrique qui surmonte la machine. Deux peignes métalliques se trouvent, comme le montre la figure, le long d'un diamètre vertical d'un plateau de caoutchouc, animé d'un mouvement de rotation très rapide, inverse du mouvement du plateau inférieur. L'un des peignes est fixé au conducteur supérieur qui se charge d'électricité négative; l'autre

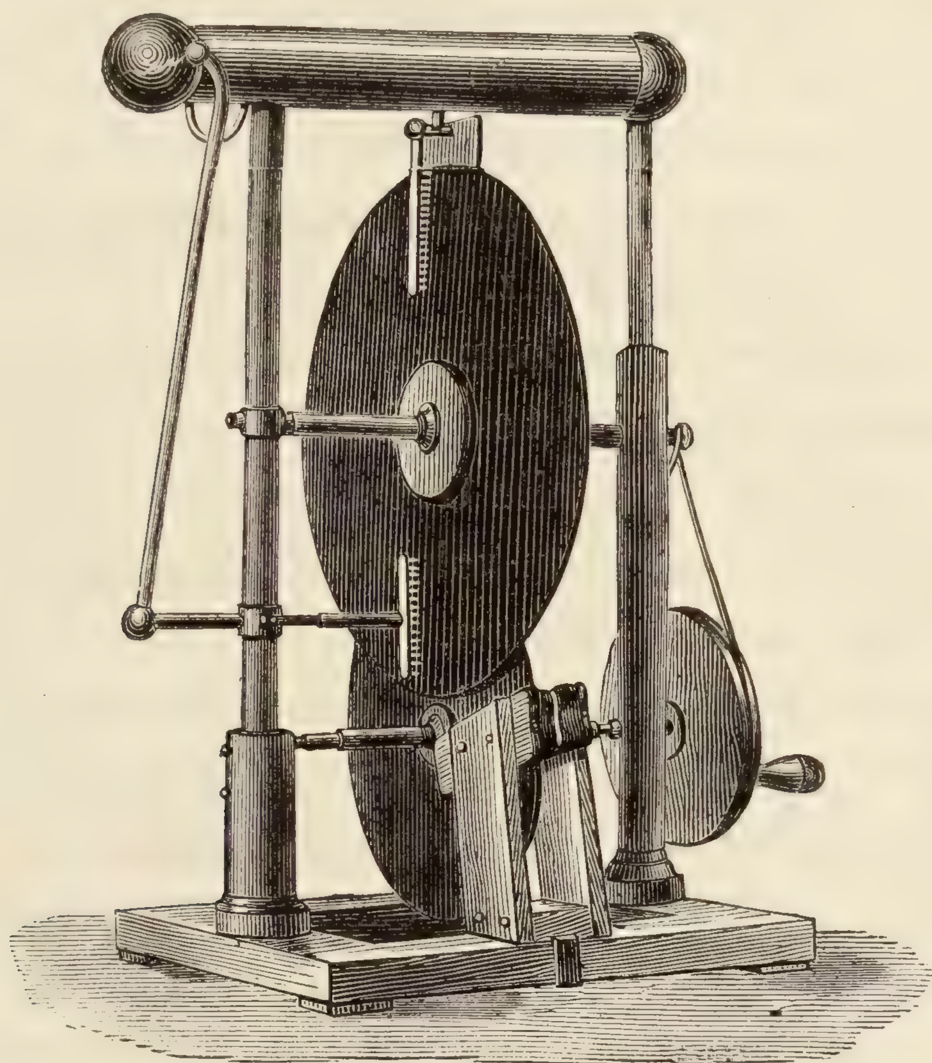


Fig. 3. — Machine Carré.

peut être mis ou non en communication avec ce conducteur à l'aide d'un bras mobile.

La machine fonctionne à peu près comme celle de Holtz. On écarte peu à peu le bras mobile, et des étincelles jaillissent continuellement entre le conducteur supérieur et la boule qui termine le bras mobile. La différence dans la mise en marche consiste, comme on le voit, en ce qu'on est dis-

pensé de l'amorçage, qui se fait d'une manière continue par le mouvement de la machine, par suite du passage du plateau inférieur entre les frottoirs.

Machine de Tœpler. — De toutes les machines à électricité statique, la plus puissante est celle de Tœpler, composée d'une série de lames de verre verticales, mais elle offre le grand inconvénient de demander une grande force pour déterminer la rotation constante de l'appareil. C'est là, d'ailleurs, une condition embarrassante et fastidieuse de toutes ces machines à électricité statique; elles nécessitent un aide que l'on ne peut guère remplacer que dans un hôpital, par un moteur à gaz.

Le choix du verre qui forme les plateaux est de la plus grande importance, et c'est en soignant surtout cette partie de l'appareil, que M. Émile Guérin est arrivé à fabriquer des machines qui, sous un volume relativement très petit, ont une action assez énergique.

Pour éviter l'humidité de l'air, MM. Vigouroux et Andriveau ont mis la machine dans une cage en verre, mais il est difficile d'obtenir une fermeture hermétique, et en réalité cette cage devient plutôt encombrante que vraiment utile.

Enfin, on a construit récemment en Angleterre des spécimens de machines électriques d'influence qui sont des modifications des machines Holtz et Tœpler, et qui donnent, assure-t-on, un rendement supérieur; ce sont les machines de *Woss* et de *Wimshurst*. Nous ne faisons que les signaler, car nous n'avons eu l'occasion ni de les manier, ni de les voir fonctionner.

— Comme nous l'avons déjà dit, l'électricité statique a pour caractérisque de se condenser à la surface des corps, et

par conséquent elle excite puissamment le système cutané, et sous ce rapport aucune autre forme n'aura autant d'influence. C'est d'ailleurs en étudiant les différents agents aesthésiogènes, et en voulant étendre les recherches de M. Burcq, que l'on est arrivé, par une transition presque forcée, à rétablir l'emploi de l'électricité statique. Rien ne démontre mieux que cette analogie d'action, l'effet physiologique et thérapeutique de l'électricité statique.

En dehors des cas d'hystérie, où tous les moyens peuvent être employés, et où tous les moyens réussissent ou échouent, l'électricité statique peut être préférée dans les cas de troubles de la sensibilité périphérique existant sans lésions organiques. C'est un mode de révulsion cutanée, énergique, et souvent mieux supporté que les autres agents thérapeutiques agissant de la même façon. Il est en même temps, moins douloureux, mais peut-être moins efficace, que la faradisation cutanée.

Accidents causés par la foudre. — Les fortes étincelles et les secousses produites par l'électricité statique ne sont pas toujours sans danger. Elles ne diffèrent, en effet, de la foudre que par une quantité moindre d'électricité.

On cite quelques cas de guérison de paralysies à la suite de coups de foudre, entre autres celui du pasteur Winter, à Kent, qui, paralysé depuis un an, se trouva radicalement guéri, après une violente commotion qu'il éprouva au moment où la foudre tombait dans sa chambre.

Les hommes et les animaux frappés par la foudre présentent, en général, des plaies saignantes, des perforations, des brûlures. Quand il n'y a pas de marque à l'extérieur du corps, l'autopsie indique souvent une congestion dans le cerveau, et un épanchement de sang hors des vaisseaux sanguins. En dehors de ces lésions organiques, il est probable,

comme M. Brown-Sequard l'a indiqué[1], que les animaux meurent par épuisement du système nerveux. M. Longet a constaté, sur des animaux tués par de violentes décharges électriques, qu'il était impossible, immédiatement après la mort, de déterminer des contractions musculaires en excitant les nerfs mêmes par des courants énergiques.

On remarque généralement que les cadavres entrent rapidement en putréfaction, ce qui concorde avec les faits démontrés par M. Brown-Sequard, que les contractions musculaires répétées amènent plus promptement la mort complète d'un membre, l'apparition et la disparition de la rigidité cadavérique, et finalement le développement de la putréfaction.

L'électricité atmosphérique agit encore sur l'homme lorsqu'elle s'y trouve en grande quantité. C'est ainsi que, pendant les temps orageux, les personnes nerveuses surtout éprouvent un malaise assez considérable. Souvent même, les névralgies augmentent d'intensité pendant ces moments, et les douleurs musculaires se font sentir chez les individus atteints de rhumatisme.

Enfin, l'électricité atmosphérique a de plus un effet indirect sur l'organisme par la production de l'ozone. On sait qu'on a voulu voir dans la diminution de l'ozone la cause de certaines épidémies, car on attribue à l'ozone une propriété délétère sur les miasmes. On prétend également, et certaines réactions chimiques semblent le démontrer, que l'oxygène combiné aux globules rouges du sang s'y trouve à l'état d'ozone.

1. *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1857.

CHAPITRE II

DES COURANTS D'INDUCTION

Faraday, l'illustre physicien anglais, découvrit en 1832 qu'un fil, parcouru par un courant électrique et approché brusquement d'un autre fil à l'état naturel, développe dans ce dernier un courant instantané d'électricité (fig. 4).

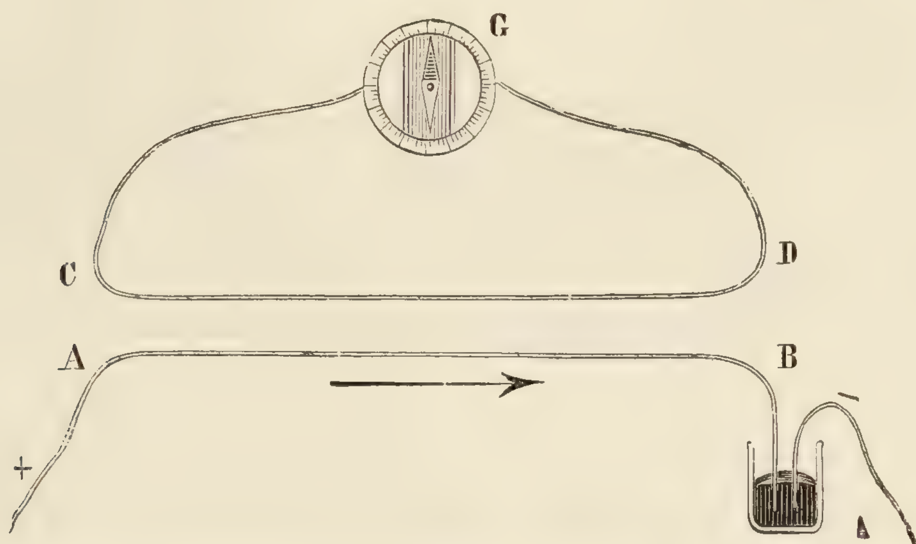


FIG. 4. — Figure schématique servant à définir l'induction d'un courant par un courant.

Si le fil parcouru par le courant, au lieu de s'approcher du fil naturel, s'en éloigne, le résultat est le même; mais si les fils restent immobiles à côté l'un de l'autre, rien ne se produit. Au lieu d'approcher ou d'éloigner les fils l'un de l'autre, on peut simplement lancer ou retirer brusquement le courant électrique, et dans ce cas le fil naturel est encore traversé par un courant instantané d'électricité.

Voici les deux principes importants de ces expériences :

A. Un courant qui commence fait naître dans un circuit fermé voisin un courant de sens contraire (fig. 5).

B. Un courant qui finit fait naître dans un circuit fermé voisin un courant de même sens.

Si, au lieu d'un fil parcouru par un courant, on approche ou l'on éloigne d'un fil naturel un morceau de fer aimanté, on produira les mêmes effets.

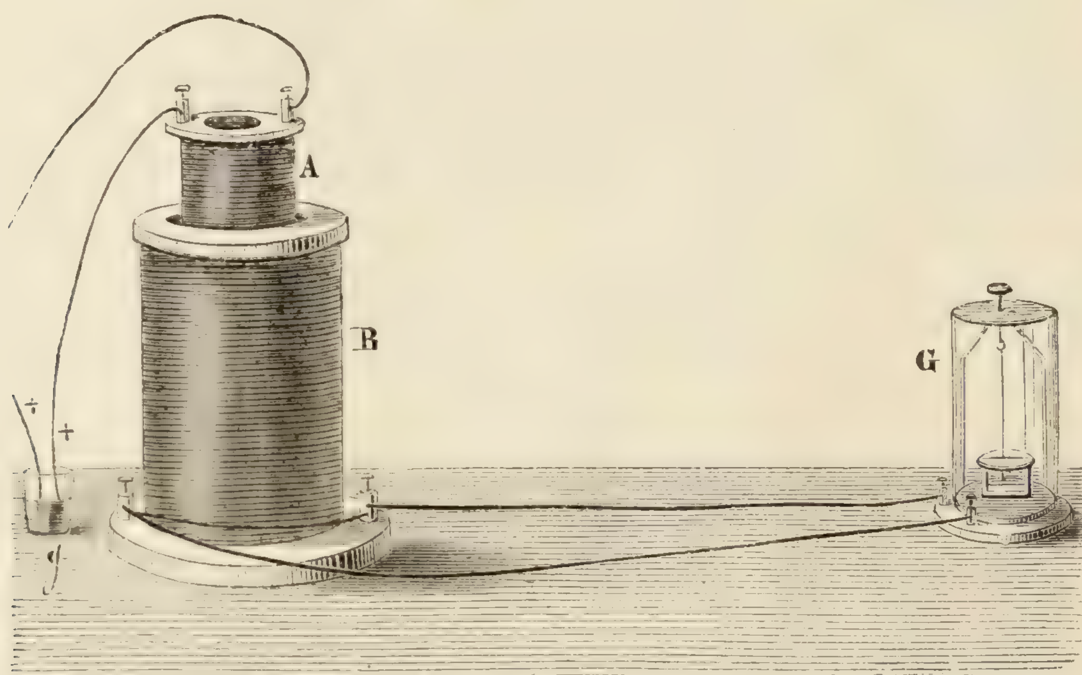


FIG. 5. — Induction d'un courant par un courant.

A. Un aimant approché d'un circuit fermé fait naître dans celui-ci un courant de sens contraire à celui de l'aimant considéré comme solénoïde (fig. 6).

B. Un aimant éloigné d'un circuit fermé voisin fait naître dans celui-ci un courant de même sens que celui de l'aimant considéré comme solénoïde.

Au lieu d'employer un aimant, on peut employer un morceau de fer doux, que l'on aimante momentanément, et alors les deux propositions précédentes s'énoncent ainsi :

A. Un aimant qui commence fait naître dans un conducteur fermé un courant de sens contraire.

B. Un aimant qui cesse induit un courant de même sens.

Tous ces courants instantanés sont appelés *courants d'induction*.

Pour produire un courant induit d'une énergie considérable, au lieu d'agir sur des fils rectilignes, on enroule un fil autour d'un cylindre en bois; le fil est recouvert de soie, et les spires sont ainsi isolées les unes des autres. Puis, au dessus de ce premier fil, et quelquefois en même temps que lui, on enroule un second fil également recouvert de soie.

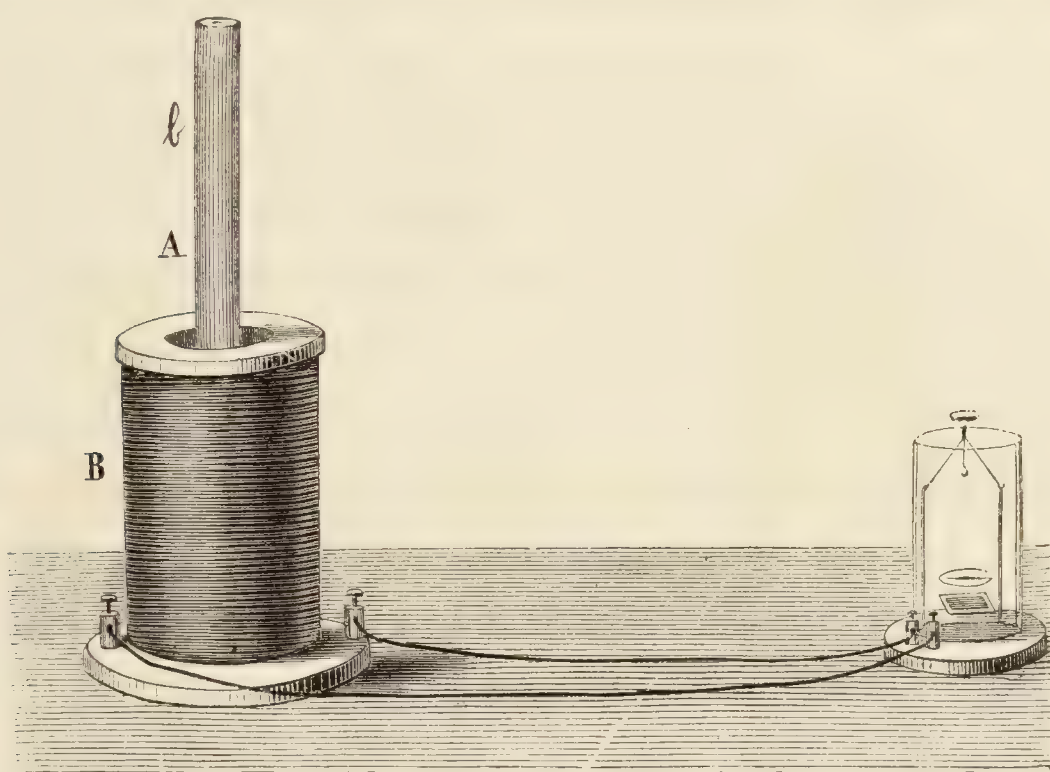


Fig. 6. — Induction d'un courant par un aimant.

C'est là ce qui constitue la bobine d'induction. Le fil dans lequel le courant sera lancé, puis interrompu, est le *fil inducteur*, l'autre B, dans lequel on recueillera les courants produits, est le *fil induit*.

On peut ainsi produire des courants d'induction très forts, en augmentant le nombre de tours. On a trouvé un autre moyen très ingénieux : c'est de placer à l'intérieur de la bobine une série de tiges de fer doux. Sous l'influence du courant inducteur, ce fer doux va s'aimanter, et ajoutera alors son action à celle du courant lui-

même, et le courant induit en sera grandement augmenté.

Induction d'un courant sur lui-même. — Lorsqu'un circuit d'une longueur assez grande est traversé par un courant voltaïque d'une certaine énergie, on obtient également des courants induits au moment de la rupture et de la fermeture du courant. Ces courants sont dus à l'action inductrice d'un courant sur son propre circuit.

Le courant qui se développe à la fermeture est de sens opposé au courant de la pile, et n'a pour effet sensible qu'un affaiblissement momentané du courant inducteur.

Le courant qui est induit à la rupture du courant est de même sens que celui qui circule dans le circuit; c'est ce courant qui peut être rendu très sensible, et qu'on emploie souvent en électrothérapie; il a reçu le nom d'*extra-courant.*

La puissance des courants dépend de la force de la pile et de la grosseur des divers fils. Leur force est en raison de la grosseur et de la longueur des fils; leur tension, en raison de leur longueur et de leur ténuité.

On emploie, pour le fil inducteur, un fil gros et plus court que celui qui sert à déterminer les courants induits; celui-ci est long et fin.

En résumé, le fil inducteur est parcouru par le courant continu de la pile; ce courant porte le nom de *courant inducteur.*

Dans ce même fil, à chaque interruption du courant de la pile, il se produit un courant induit appelé *extra-courant.*

Dans le fil long et fin qui est enroulé au dessus du fil inducteur, il se produit des courants induits à chaque fermeture et à chaque rupture du courant inducteur. Ces courants développés dans ce second fil sont appelés *courants de premier ordre.*

Des courants dits *de second ordre* se développent dans un

troisième fil, mais à l'aide d'une disposition particulière. On a cru, en effet, qu'il suffisait d'enrouler un troisième fil sur le second et par conséquent sur la même bobine; mais on n'obtient ainsi qu'un courant de premier ordre. Pour obtenir un courant de second ordre, il faut nécessairement le soustraire à l'action directe du courant inducteur. A cet effet, on doit le recueillir sur une seconde bobine qui reçoit d'abord, une continuation du second fil qui devient inducteur pour le troisième qui le recouvre.

La même disposition serait nécessaire pour les courants de troisième, de quatrième, etc... ordres; c'est-à-dire qu'ils devraient être recueillis sur des bobines séparées et successives. Duchenne, en mettant dans son appareil une seconde hélice autour de la première hélice induite, n'a pu donc obtenir, comme il l'a cru, des courants d'ordre supérieur à celui de la première hélice.

Une autre erreur de Duchenne, qui a eu des résultats très fâcheux, consiste dans la confusion qu'il a faite de l'extra-courant avec celui de premier ordre. Pour lui, ces deux déterminations expriment un seul et même courant. Nous venons de montrer, au contraire, que l'extra-courant est produit dans le premier fil ou fil inducteur, et qu'il s'ajoute au courant de la pile au moment de la rupture. D'un autre côté, nous avons dit que tous les physiciens appellent courant de premier ordre celui qui se développe dans le premier fil induit, courant de deuxième ordre celui qui se développe dans un second fil induit, et ainsi de suite; c'est donc le courant de premier ordre que Duchenne appelle courant de deuxième ordre.

Ce qui rend cette confusion plus regrettable, c'est que ces deux sortes de courant n'ont pas les mêmes propriétés.

Aussi, tandis que les auteurs qui considèrent avec Du

chenne l'extra-courant comme un courant induit de premier ordre, soutiennent que le *courant de premier ordre est plus faible* que celui de second ordre; ceux qui considèrent le courant du second fil comme étant celui de premier ordre, prétendent au contraire que *le courant de premier ordre est le plus fort*. Les uns et les autres ont parfaitement raison, car ils désignent le même courant; mais que de lecteurs seront complètement déroutés! Dans les derniers temps de sa vie, Duchenne, se rendant à moitié aux objections qui lui avaient été faites, surtout par A. Becquerel, a désigné l'extra-courant par courant de la première hélice, et le courant induit de premier ordre par courant de la seconde hélice. Il valait mieux revenir complètement aux mots employés par les physiciens.

DES APPAREILS D'INDUCTION

Les appareils d'induction sont de deux sortes: les appareils électro-magnétiques (volta-électriques), et les appareils magnéto-électriques, selon que l'on induit les courants par des courants directs de la pile, ou par des aimants.

1. — Appareils électro-magnétiques.

Ces appareils se composent : 1° d'une pile; 2° d'une bobine en bois ou en carton sur laquelle sont enroulés les fils inducteur et induit; 3° presque toujours d'un faisceau de fer doux placé dans cavité de la bobine; 4° d'un trembleur ou vibrateur; 5° d'un graduateur qui consiste en un cylindre de cuivre creux qui recouvre la bobine et qui, placé à l'intérieur, enveloppe le fer doux de manière à le laisser plus ou moins attiré au dehors, ou rentré.

Le fonctionnement de ces appareils est le suivant : le fil

inducteur est en communication avec les pôles d'une pile; ou mieux, d'après la disposition indiquée par Noeff, l'un des pôles de la pile, le pôle positif par exemple, est mis en rapport avec une des extrémités du fil inducteur de la bobine; l'autre extrémité de ce fil inducteur se termine au trembleur, qui consiste en une lame de cuivre flexible. Cette lame de cuivre est placée entre le pôle positif représenté par une des extrémités du fil inducteur et un pivot métallique auquel aboutit le pôle négatif de la pile.

On peut à volonté rapprocher ou éloigner au moyen d'une vis le trembleur de la bobine, ce qui permet d'accélérer ou de ralentir les intermittences.

Le circuit est fermé par le contact du trembleur avec le pôle négatif, c'est-à-dire avec le pivot métallique. Quand le circuit est fermé, le fer doux situé dans la bobine s'aimante instantanément sous l'influence du courant voltaïque; mais ce fer aimanté, attirant aussitôt à lui le trembleur, ouvre par cela même le circuit, et se désaimante au même instant. Le trembleur revient alors de lui-même en contact avec le pôle négatif, le circuit se trouve refermé, le fer doux s'aimante, attire le trembleur, qui, par ce contact, ouvre de nouveau le circuit, et ainsi de suite.

Tels sont les éléments principaux des appareils électro-magnétiques, et ceux-ci ne diffèrent entre eux que par la disposition de ces différentes parties, par la longueur et la grosseur des fils, par le graduateur et la pile employée.

Le premier appareil d'induction construit pour les usages médicaux est celui de Masson. Cet appareil n'est plus employé, mais c'est à Masson que revient l'honneur d'avoir le premier indiqué le mode d'électrisation localisée employé aujourd'hui[1], ainsi que le prouve le passage suivant de son mémoire :

1. *Annales de chimie et de physique*, 2e serie, t. LXVI, p. 27. Voyez le rapport

« La propriété du courant induit, de n'affecter que les points touchés, permet de soumettre à son action une partie quelconque du corps. Ainsi, en plaçant deux lames métalliques sur les extrémités d'un doigt, après les avoir placées dans le courant, ce dernier ne traversera que le doigt. On sent déjà toute l'importance de cette découverte pour ceux qui s'occupent d'appliquer l'électricité à la médecine. »

Les autres appareils qui ont été employés sont ceux de Eric Bernard, de Legendre et Morin, de Bianchi, etc., mais ces appareils ayant été remplacés par d'autres plus commodes, nous ne croyons pas devoir entrer ici dans plus de détails, que le lecteur d'ailleurs pourra trouver dans d'autres traités [1].

Appareils de Duchenne (de Boulogne). — Le premier appareil de Duchenne est un peu volumineux. Le cylindre graduateur est extérieur à la bobine induite. Un modérateur composé d'un tube à eau est annexé à l'appareil et permet de diminuer à volonté l'intensité du courant.

La pile, qui était d'abord une pile formée avec les éléments de Bunsen, a été remplacée par la pile de Marié-Davy au bisulfate de mercure.

La bobine composant le système d'induction est formée de deux fils de cuivre de diamètre différent, recouverts de fil de soie et superposés.

Le fil le plus gros est enroulé en hélice sur une botte de fils de fer doux ; ce fil produit l'extra-courant.

Le fil le plus fin est enroulé sur le précédent. Il donne naissance au courant de premier ordre.

Pour obtenir des intermittences rares ou fréquentes, lentes

de Becquerel sur le concours de 1866 : *Des applications de l'électricité à la hérapeutique.*

1. Voyez pour l'historique et les détails de ces appareils le traité du docteur A. Becquerel : *Traité des applications de l'électricité à la thérapeutique* (1866).

ou rapides, selon les indications physiologiques, on se sert du trembleur, dont les battements peuvent être ralentis ou accélérés à volonté au moyen d'une vis et d'une pédale qui sert à faire avec le pied des intermittences éloignées. Cette pédale remplace la roue dentée, et a l'avantage de laisser les mains libres.

Duchenne a également construit un autre appareil plus petit et plus portatif auquel il a donné la forme d'un volume in-8° (fig. 7). Il se compose : 1° d'une bobine longue de 6 cen-

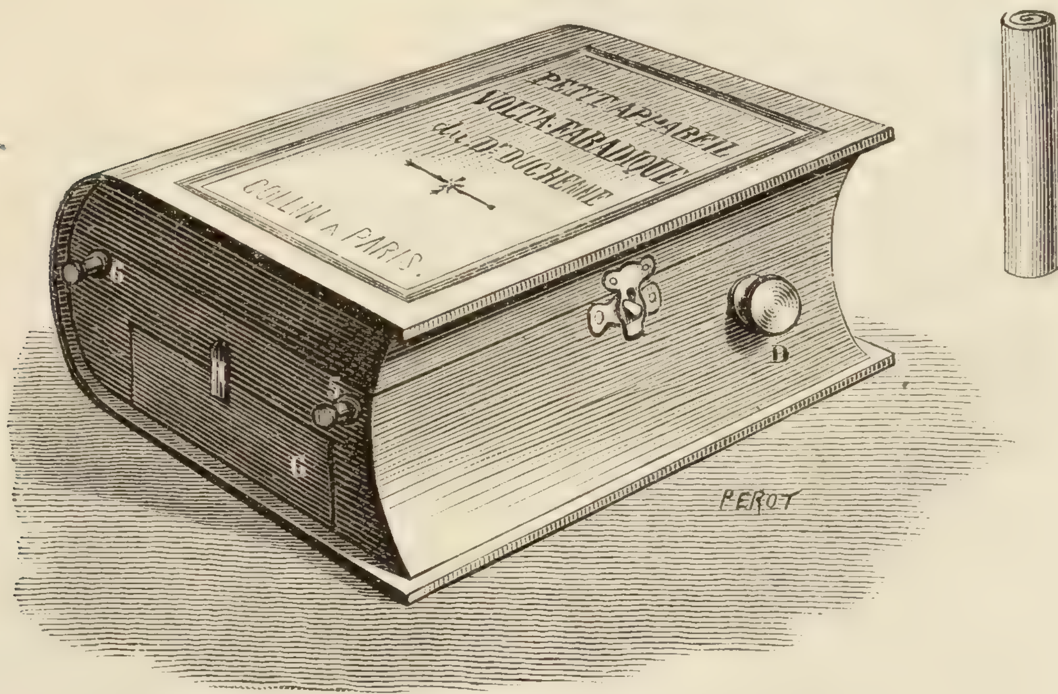


Fig. 7. — Appareil de Duchenne (de Boulogne).

timètres, formée par deux hélices superposées et dont les fils de cuivre ont une section et une longueur différentes ; 2° d'un fer doux constitué par une large plaque de fer-blanc roulée en hélice de manière à être placée au centre de la bobine ; 3° d'un communateur des hélices ; 4° d'un tube graduateur D, d'un trembleur L et d'un rhéotome E, pour les intermittences lentes (fig. 8).

Le couple électromoteur est au bisulfate de mercure. Un morceau de flanelle imbibé d'eau ordinaire sépare ce sel du zinc.

Les intermittences rapides sont produites par un *trembleur*, et les interruptions plus ou moins lentes sont faites par un *rhéotome digital* L, c'est-à-dire mis en action avec un doigt, ou par un rhéotome, dit *pédale*, P.

Si l'on veut obtenir des intermittences rapides avec le trembleur, le bouton arrêtoir M est tourné de manière à

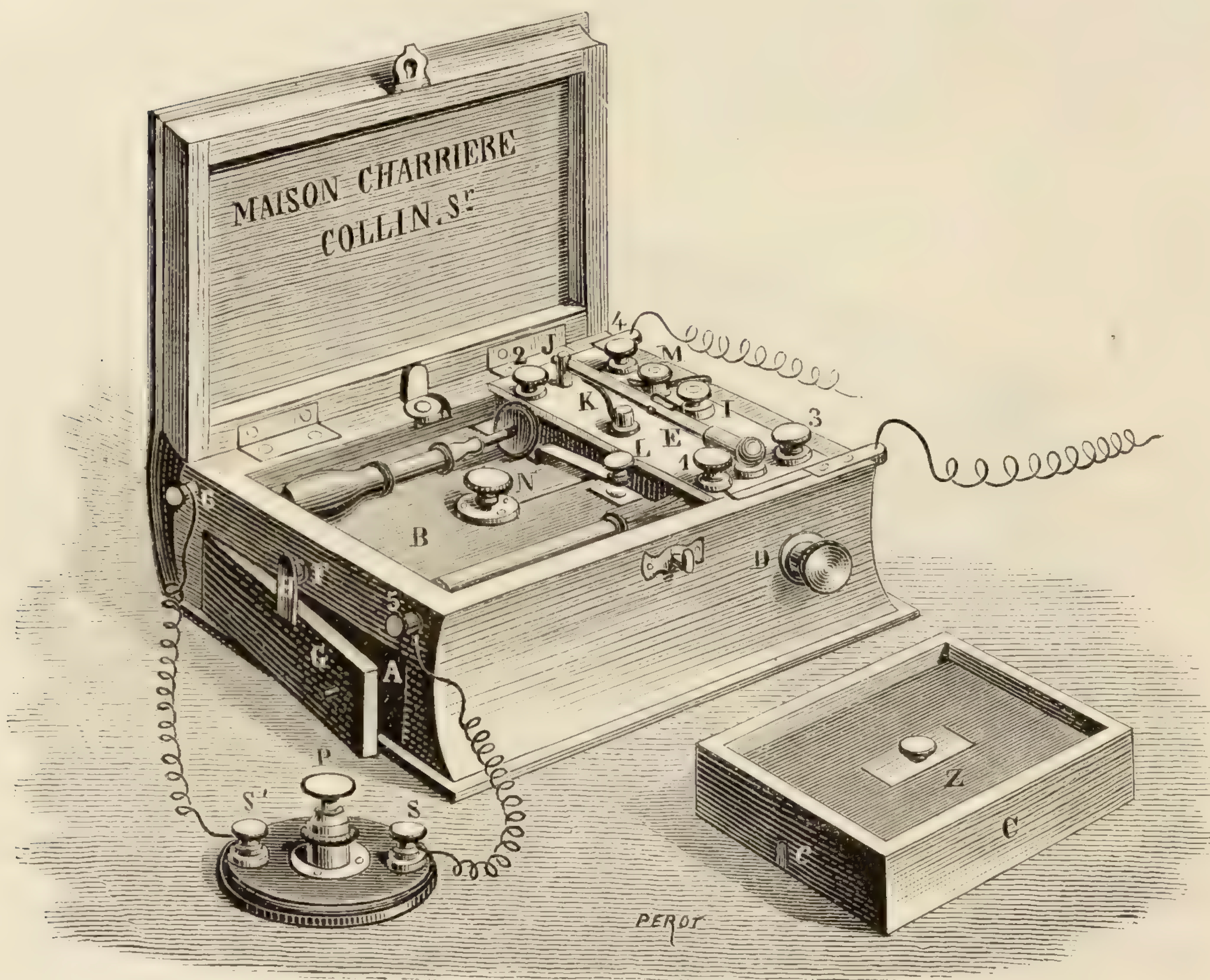


FIG. 8. — Appareil de Duchenne (de Boulogne).

laisser libre la barre transversale en fer doux E du trembleur; ensuite on tourne le bouton I de droite à gauche, jusqu'à ce que la barre, qui alors est repoussée par un ressort K contre le bouton I auquel est fixé un excentrique platiné, soit assez rapprochée de l'aimant temporaire J qui se trouve en contact avec le fer doux placé au centre de la bobine. Ce rapprochement est assez grand lorsque le bruit du trem-

bleur se fait entendre. La théorie de ce trembleur est celle que nous avons décrite pour tous les appareils de ce genre. (voir p. 16 et 17). Lorsque les tremblements deviennent trop rapides par le fait d'un trop grand rapprochement de la barre E et du bouton I, les contacts des deux pièces du trembleur sont moins parfaits, et il en résulte que la puissance de l'induction est moins grande.

Si l'on veut n'employer que des intermittences plus rares, le bouton M est tourné de manière à fixer la barre E du trembleur contre l'aimant temporaire J, et les solutions du courant sont faites en appuyant instantanément du doigt sur le rhéotome digital L, autant de fois que l'on veut obtenir des intermittences du courant.

Enfin on peut produire des intermittences lentes avec un rhéotome à pédale. Les conducteurs étant fixés aux boutons 5 et 6 de l'appareil 4 et aux boutons SS′ de la pédale qui repose sur le sol, puis le compartiment A étant fermé, les intermittences lentes sont faites avec le pied appliqué sur le bouton P de cette pédale.

Les boutons 1 et 2 indiquent les électrodes de l'extra-courant, et dans les boutons 3 et 4 se terminent les pôles du courant induit. A ces boutons sont attachés les conducteurs des excitateurs.

Appareils de Ruhmkorff et de Gaiffe. — Les appareils les plus employés ont été ceux de Ruhmkorff et de M. Gaiffe, qui présentent entre eux beaucoup d'analogie, et qui ont l'avantage de donner, sous un petit volume, des courants d'induction très énergiques. Ces appareils ont, de plus, l'avantage d'être très-simples et d'un prix peu élevé.

La pile de ces appareils est en général la pile au bisulfate de mercure. Dans l'appareil de M. Gaiffe, les deux éléments sont réunis en une petite auge rectangulaire en gutta-percha

Fig. 9. — Appareil d'induction de M. Ruhmkorff.

(fig. 10). Le trembleur est à découvert et peut être rapproché ou éloigné de la bobine au moyen d'une vis. Les interruptions du courant peuvent être réglées à volonté par une roue dentée dans l'appareil de Ruhmkorff, et dans l'appareil de M. Gaiffe, par une simple bande de cuivre qui ferme le courant lors qu'on la maintient abaissée.

Dans l'appareil de M. Ruhmhorff (fig. 9), il y a deux éléments formant des godets cylindriques distincts P, P.

Pour graduer l'appareil, Ruhmkorff a recouvert les bobines de deux cylindres en laiton formant un double manchon mobile G. Ces manchons métalliques sont également sillonnés de courants induits que développe le courant inducteur,

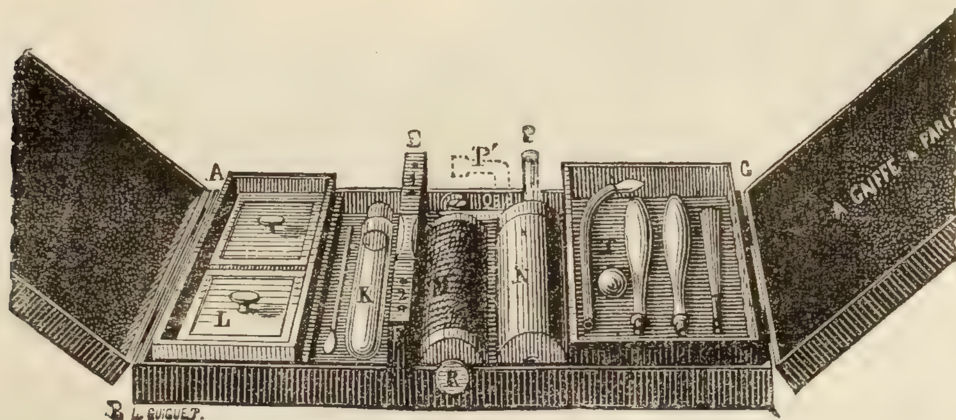


Fig. 10. — Appareil de M. Gaiffe.

et qui neutralisent ceux que l'on recueille. De sorte que plus grande sera la partie de la bobine recouverte par le manchon, et plus faibles seront les courants. Si le cylindre est complètement enlevé, les secousses seront aussi énergiques que possible. Une tige graduée B, permet de retirer plus ou moins le manchon.

Dans l'appareil de M. Gaiffe, le tube graduateur pénètre entre le barreau central de fer doux et la bobine inductrice. Pour augmenter l'énergie du courant, il suffit également de tirer au dehors ce petit tube métallique.

Appareil de M. Gaiffe avec la pile au chlorure d'argent (fig. 11). — Cet appareil diffère du précédent par l'interrupteur et par la pile.

La boîte est séparée en deux parties. La première case renferme les deux couples de pile L, L′ serrés entre la paroi A D

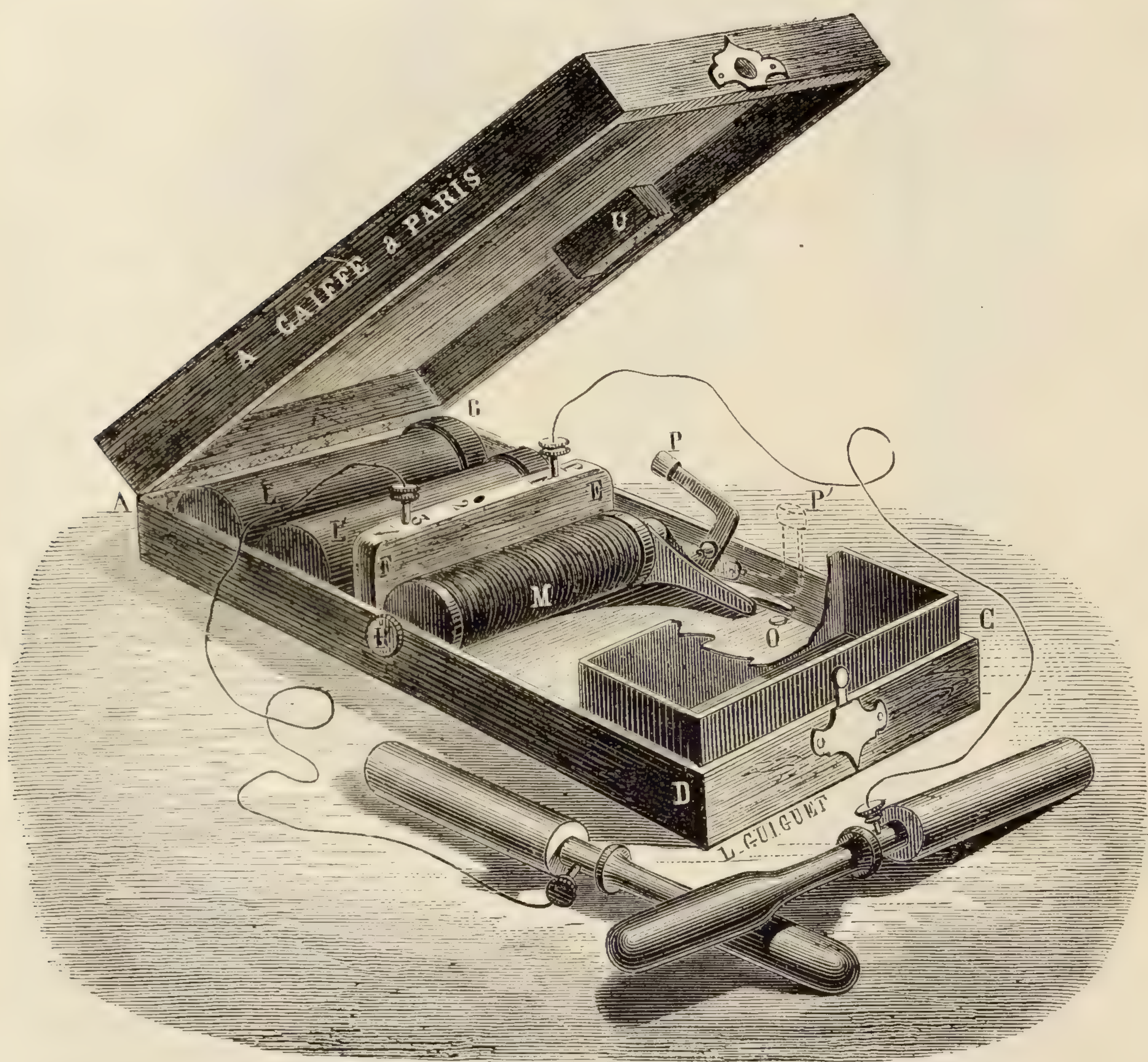


Fig. 11. — Appareil d'induction de M. Gaiffe.

de la boîte et des ressorts qui établissent les communications

La seconde case renferme la bobine M, sur laquelle sont roulés les fils inducteur et induit.

Le bouton plat R est la tête du tube graduateur; en le tirant plus ou moins, on augmente ou diminue l'intensité des courants.

Sur la traverse EF, viennent aboutir, en 1, 2 et 3, les extrémités des fils inducteur et induit. 1 et 2 livrent l'extra-courant qui naît dans le fil inducteur; 2 et 3 livrent le courant induit; 1 et 3 donnent les deux courants réunis.

A l'autre extrémité de la bobine se trouve le mécanisme

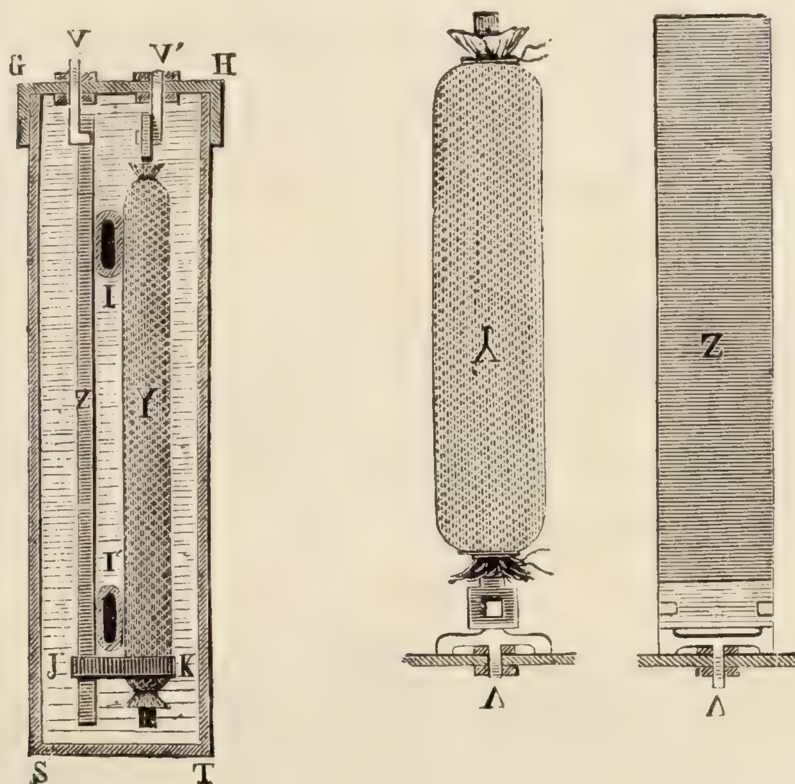


Fig. 12. — Éléments au chlorure d'argent.

interrupteur, réglé par le levier articulé P, qui peut s'incliner jusqu'en P'. En P il fait vibrer marteau trembleur, et détermine par conséquent des intermittences rapides. Dans la position P', la communication est rompue; c'est celle qu'on doit donner au levier lorsqu'on ne se sert pas de l'appareil. La boîte porte, du reste, dans son couvercle, une pièce U qui l'empêche de se fermer en venant peser sur le levier, lorsque celui-ci n'occupe pas la position du repos. Dans la position P', le levier sert encore à donner des intermittences espacées, lorsqu'on exerce avec le doigt, sur sa tête d'ivoire, des pressions qui le mettent en communication momentanée avec la petite vis O.

La marche de l'interrupteur est commandée par un petit levier aux différentes positions duquel correspondent soit les vibrations plus ou moins rapides du trembleur, soit des intermittences plus rares déterminées à volonté, soit enfin, la rupture complète et permanente du circuit.

La pile se compose d'une lame de zinc Z (fig. 12) et d'une lame de chlorure d'argent fondu Y contenues dans un flacon G H S T en caoutchouc durci, qui se ferme hermétiquement à l'aide du bouchon à vis GH. Des crampons en argent fin V, V′, sur lesquels s'accrochent les lames ZY, portent les courants à l'extérieur du flacon. Deux petits coussins I, I′ et un lien SK, en caoutchouc forcent les contacts des lames avec les crampons et les maintiennent à un écartement convenable. Le liquide excitateur est de l'eau contenant 3 à 5 pour 100 de sel de cuisine.

Cet appareil est très-commode, et par son volume et surtout par l'emploi d'une pile qui n'a pas besoin d'être chargée à chaque séance. Ces piles fonctionnent pendant près de dix-huit heures d'emploi ; elles ne s'usent pas lorsque le courant ne passe plus.

Appareil de M. Du Bois-Reymond. — Le meilleur appareil d'induction pour les recherches délicates de physiologie et qui a également de grands avantages dans les applications médicales, est celui de M. Du Bois-Reymond. Il se compose de deux bobines (fig. 13), dont l'une, la bobine B, qui renferme le fil inducteur, est fixe, et l'autre M, celle qui est recouverte par le fil fin dans lequel doivent se développer les courants induits, est immobile et est évidée à sa partie centrale de manière à pouvoir y loger la bobine inductrice.

La bobine M est fixée sur une plaque de bois en chariot qui peut glisser dans une coulisse. Grâce à cette disposi-

tion, on peut éloigner ou approcher la bobine induite M de la bobine à fil court B. Comme l'action inductrice reste la même, on peut ainsi obtenir à volonté des courants induits dont l'intensité sera déterminée par la position de la bobine M. Les courants les plus forts seront produits lorsque la bobine M recouvrira complètement la bobine B.

D'après les dispositions de l'appareil, on peut également ne recueillir que l'extra-courant.

M. le docteur Tripier a construit un appareil, qui diffère

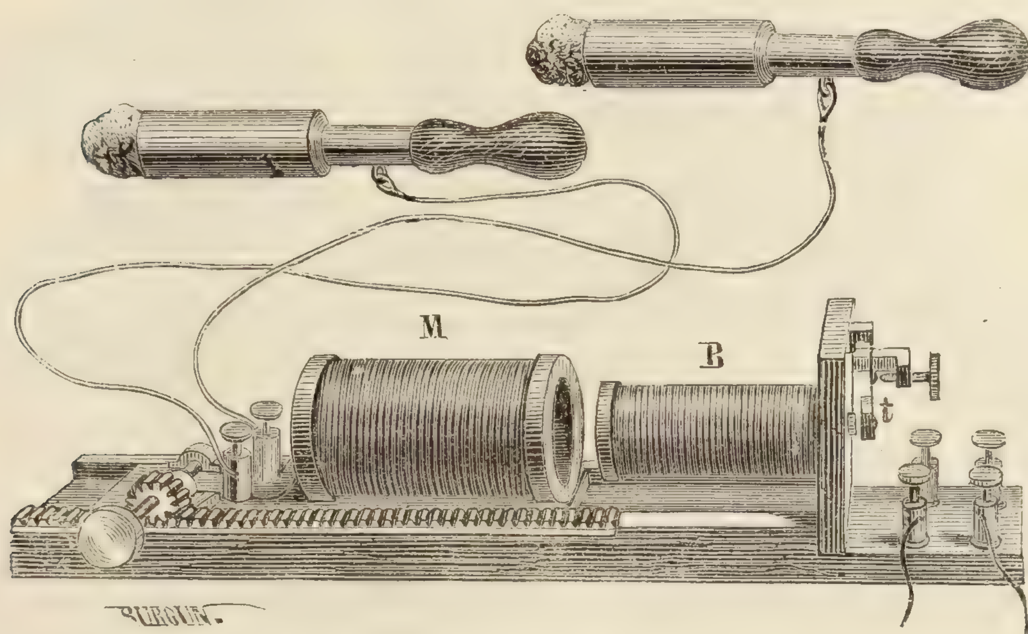


Fig. 13. — Appareil de M. Du Bois-Reymond.

de celui de M. Du Bois-Reymond en ce qu'on peut à volonté obtenir des courants induits dans un fil long et fin ou dans un fil gros et court.

M. Ruhmkorff a récemment modifié ses appareils d'induction pour les usages médicaux (fig. 14). Ces appareils ne sont autres que celui de Du Bois-Reymond, sous une forme un peu plus commode. L'avantage de ces appareils consiste dans leur graduation très facile, et dans la production de courants très réguliers et très énergiques. Ils donnent, de plus, l'extra-courant, sans que la première hélice puisse être influencée par la seconde; il suffit pour

cela de retirer complètement la bobine induite de la bobine à fil court.

Le courant de la pile est fourni par un ou deux éléments de Marié-Davy au bisulfate de mercure. On y plonge, lorsqu'on veut s'en servir, une tige de zinc, qu'on retire dès

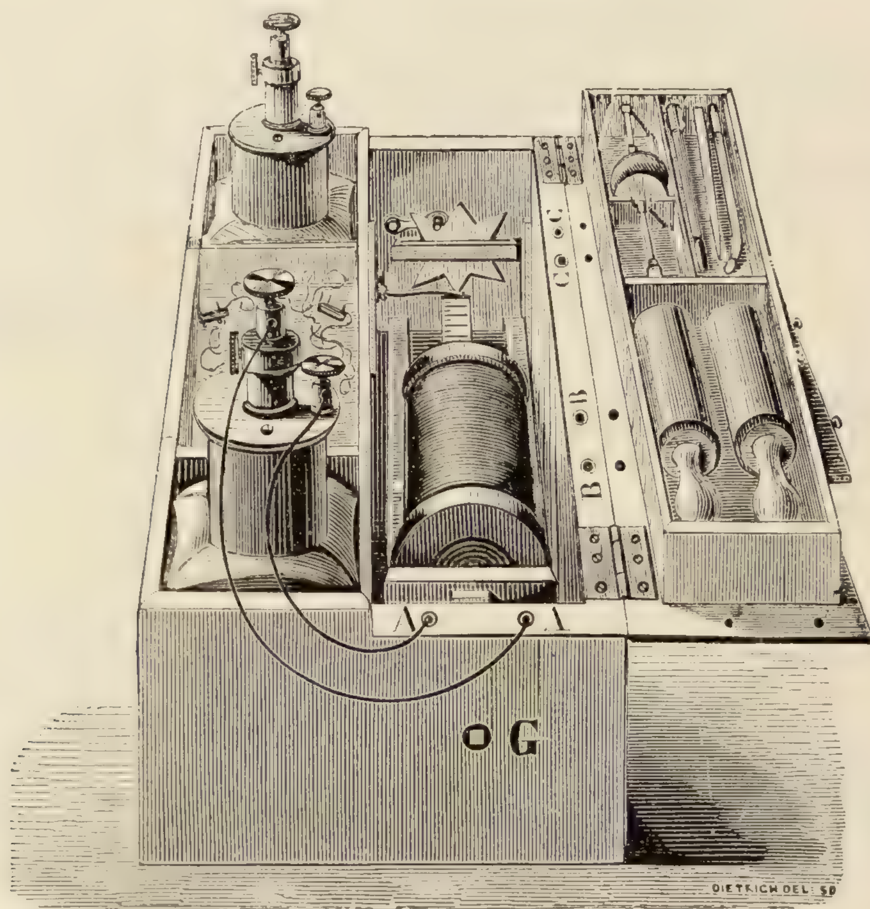


FIG. 14. — Petit appareil d'induction de M. Ruhmkorff.

qu'on a cessé l'électrisation. Les éléments durent ainsi fort longtemps et sans être usés.

Cet appareil offre donc de nombreux avantages, mais comme facilité de transport, il est certainement moins commode que ceux de M. Gaiffe, Mangenot, Morin ou Trouvé.

Appareil de Morin. — Il présente le grand avantage de pouvoir mettre hors de portée ses organes les plus délicats, sans pour cela supprimer aucune des commodités des appareils de ce genre (fig. 16 et 17).

Le trembleur fonctionne par son propre poids, sans l'intervention d'aucun ressort : il est donc toujours porté vers le contact qui lui donne le courant de la pile : les rapports de ces deux pièces sont donc d'une intensité parfaite.

Un bouton métallique sert à coller le trembleur contre la bobine et à faire passer le courant directement dans celle-ci : un petit bouton intérieur, sert alors à produire à volonté les interruptions.

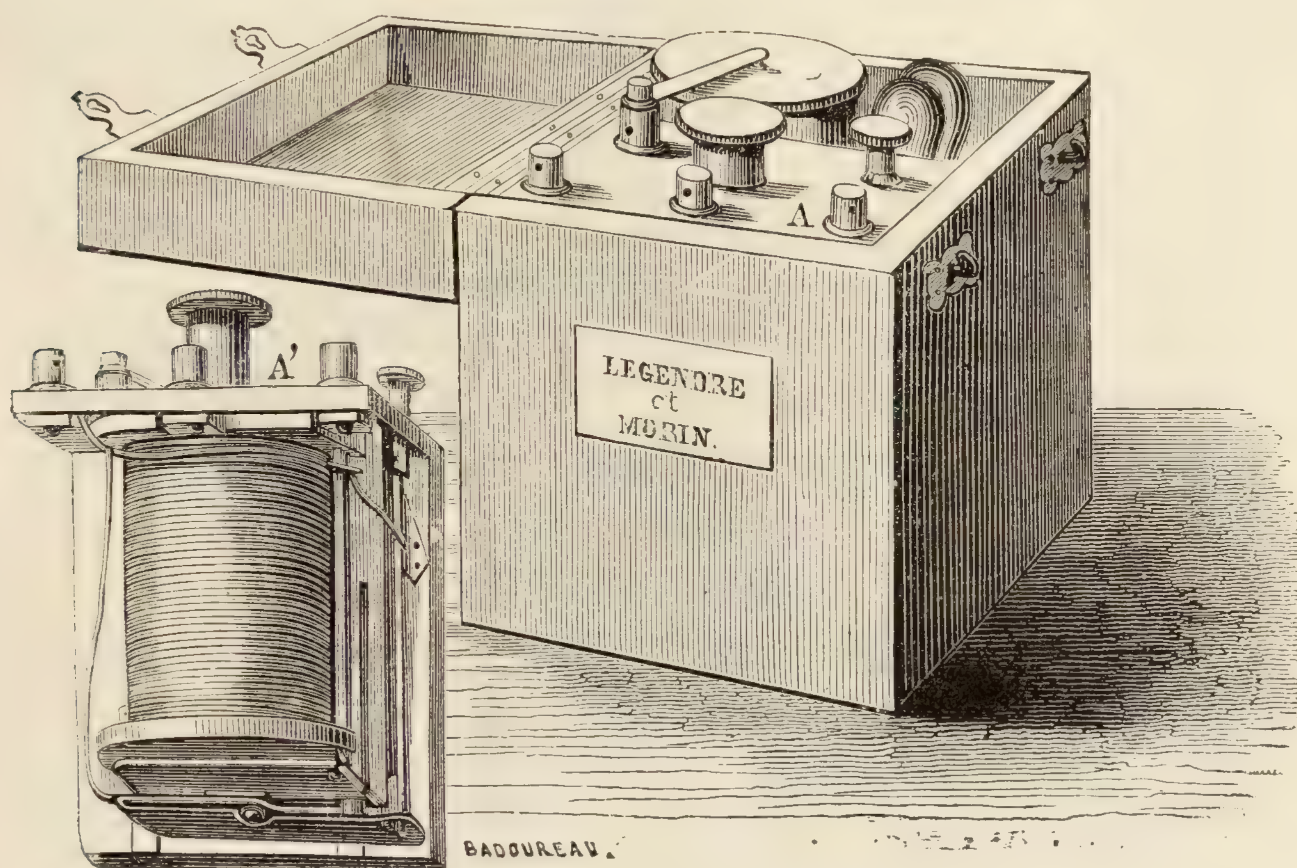


Fig. 15. — Appareil Morin.

L'opérateur est donc guidé par des pièces mécaniques qui lui enlèvent toute responsabilité.

Cet appareil a fonctionné depuis longtemps avec une pile à acide nitrique, de disposition particulière tendant à lui enlever ses inconvénients et à en rendre l'usage pratique (fig. 16); il était alors connu sous le nom d'appareil Legendre et J. Morin.

M. Chardin l'a modifié dans plusieurs de ses détails et notamment dans la pile :

Pour le service des hôpitaux, il a en effet remplacé la pile à acide nitrique, dont la manipulation présentait certains inconvénients, par une pile indépendante. Cette pile est enfermée dans une petite boîte présentant à l'in-

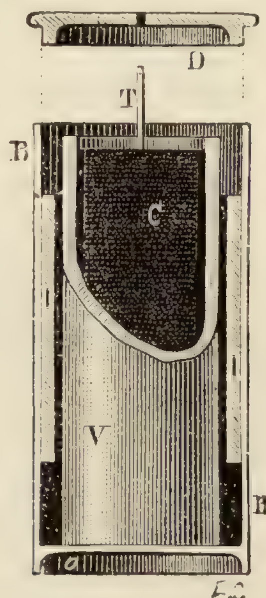


FIG. 16.

B. Vase extérieur. — V. Vase poreux contenant le charbon. — CT. Charbon et son platin. — I. Zinc soudé au vase B. — D. Couvercle de gutta-percha.

térieur une borne où peuvent venir se fixer les deux fils + et — de l'appareil.

Elle est composée de deux éléments au peroxyde de plomb et à hydrochlorate d'ammoniaque.

Cette disposition à un double but :

1° D'avoir toujours son courant électrique tout prêt sans avoir à manier ni acides ni sels.

2° De forcer les élèves ou les personnes qui se servent de ces appareils, à séparer la pile, lorsque les séances d'électricité sont terminées. De cette façon, on n'use pas inutilement les éléments et l'appareil se trouve complètement à l'abri de tout accident.

Pour les besoins du médecin ou du malade, M. Chardin a imaginé une disposition de pile dont nous donnons la des-

cription ci-contre, et qui rend de grands services. L'appareil est représenté fonctionnant.

Voici ses principaux avantages : Mise en marche instantanée sans manipulation de liquides ni de sels, par le simple renversement de la pile (fig. 17).

Mise au repos forcée, la boîte ne pouvant être fermée quand la pile fonctionne.

Dans ce mouvement, réparation automatique du liquide et des éléments : par conséquent durée proportionnée aux services rendus.

FIG. 17. — Appareil Morin modifié par M. Chardin.

Transport facile, le couvercle portant un bouchon U qui vient s'appliquer sur le trou d'air de la pile et la rend hermétique.

Mise au contact de la pile et de l'appareil par des pointes frottant contre des ressorts, ce qui constitue un nettoyage automatique, point capital dans les appareils électriques.

Aucun nettoyage des éléments eux-mêmes, la présence du

liquide dans leur voisinage et un vase clos, entretenant toujours une certaine humidité qui empêche les cristaux d'ahérer au zinc.

Remplacement facile du zinc par le médecin lui-même et sans le secours d'aucun instrument.

Le liquide est une solution de bichromate de potasse, suivant une formule accompagnant toujours l'appareil : son introduction dans la pile en porcelaine est des plus faciles. La contenance de celle-ci est de 125 grammes. Ce liquide peut être fait d'avance et ne s'altère nullement.

Appareil de M. Mangenot. — Cet appareil (fig. 18) a

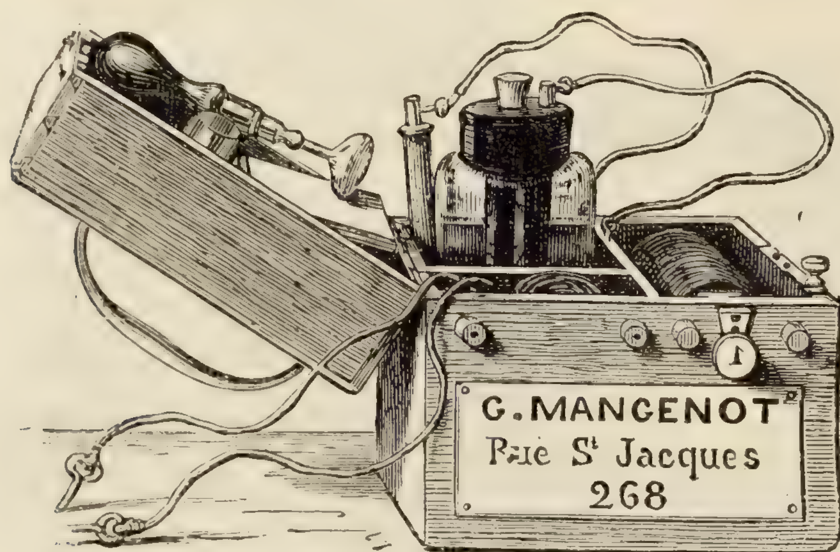


Fig. 18. — Appareil de M. Mangenot.

plusieurs avantages; sous un volume assez petit, il donne des courants puissants, et il est d'une construction solide. La pile est logée dans l'appareil, et se compose d'une petite bouteille qui renferme un cylindre creux de charbon dans lequel on introduit, lorsqu'on veut faire marcher l'appareil, un petit cylindre de zinc. Le liquide excitateur est le bisulfate de mercure. Comme on n'est point obligé de charger chaque fois la pile, on évite ainsi les inconvénients de ces mêmes piles à auges rectangulaires.

C'est dans cette même forme, que M. Mangenot, sur notre

conseil, a construit des appareils induits, où la bobine induite est formée par des fils de plomb ou d'argentant au lieu d'être formée avec des fils de cuivre.

Appareils a interruptions régulières. — Il est très important de pouvoir avoir des appareils qui ne donnent en un temps donné que le nombre voulu d'interruptions.

Dans presque tous les appareils un petit levier permet par un abaissement de produire l'entrée du courant et par conséquent de déterminer des courants à volonté. Seulement ce mode d'interruption emploie une des mains ou nécessite un aide. Aussi a-t-on cherché à remplacer par un appareil automatique les interruptions faites à la main. Le métronome est très avantageux dans ce cas, et c'est le moyen que nous employons avec l'appareil de Mangenot. Un fil est en contact avec le balancier, et d'un autre côté avec le levier. Chaque fois que le balancier vient toucher le levier le courant passe, et chaque fois qu'il s'en écarte le courant est interrompu. Selon la longueur que l'on donne au levier, les interruptions sont plus ou moins fréquentes. C'est avec cette combinaison que l'on peut le mieux étudier les différences qui existent entre les courants de fermeture et les courants d'ouverture, et en même temps les interruptions sont d'une régularité parfaite.

Appareil Trouvé-Onimus. — Pour avoir un système moins compliqué, ou du moins pour avoir le tout réuni sur un même appareil, et surtout pour pouvoir faire rapidement des changements et en varier le nombre, nous avons prié M. Trouvé de construire un appareil analogue aux petites boîtes à musique, où le soulèvement du levier ou de la touche par une pointe amènerait chaque fois un contact ou une interruption du courant. On conçoit facilement que selon le nombre de pointes que l'on

mettra sur le cylindre tournant, on aura un nombre plus ou moins considérable d'interruptions ou de productions du

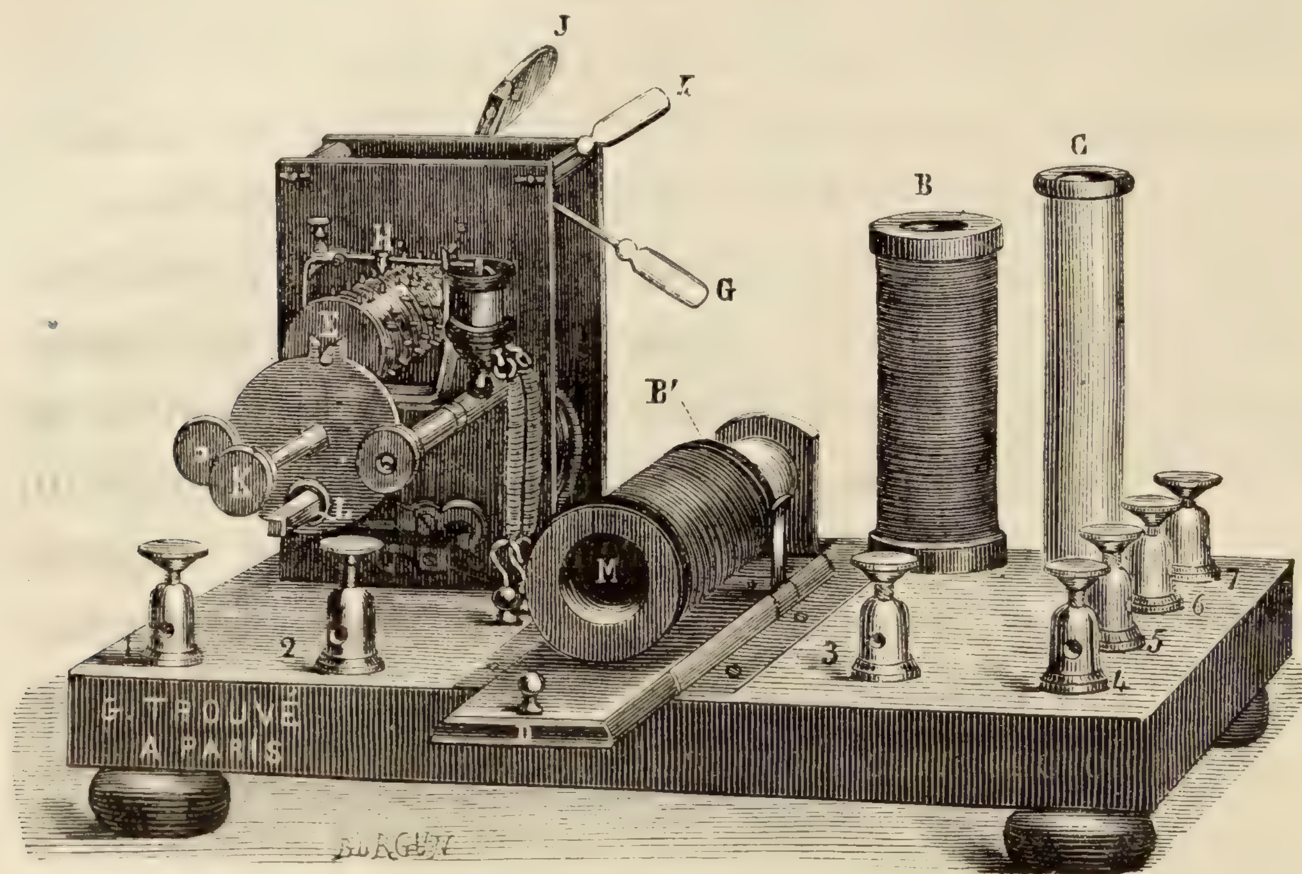


Fig. 19. — Appareil Trouvé-Onimus.

M, bobine inductrice et C son tube graduateur.
BB', bobines induites, se plaçant à volonté sur le chariot.
D, chariot pour graduer les courants.
E, cylindre muni de touches ou chevilles, mû par un mouvement d'horlogerie.
KH', interrupteur à mercure.
K' bouton pour déplacer le stylet.
JJ', ailettes du volant à résistances variables.
L, remontoir du mouvement d'horlogerie.
IG, même levier en positions différentes; I est pour la mise en mouvement du cylindre et G pour l'arrêt instantané.
1 et 2, serre-fils pour recevoir des rhéophores d'une pile à courant continu.
3 et 4, serre-fils de la pile à produire les courants induits.
On recueille ces derniers en plaçant les cordons des électrodes en 5 et 6, pour l'extra-courant; en 6 et 7, on recueille les induits; en 5 et 7, l'extra-courant et les induits réunis.

courant. Il suffit alors d'ajouter ce système d'horlogerie à un appareil induit pour avoir un appareil pratique. Voici la description de cet appareil d'induction (fig. 19 et 20) : il est constitué par une bobine inductrice indépendante des 3 bobines induites, d'une pile hermétique Trouvé, à renversement, des différents accessoires en usage en électrothérapie,

et d'un interrupteur spécial qui constitue la partie principale de l'appareil et fait l'objet de cette communication.

Cet interrupteur (fig. 20) se compose d'un cylindre divisé, dans le sens de sa longueur, en vingt parties. Chaque partie est munie, suivant la circonférence du cylindre, d'un certain nombre de touches ou chevilles, dont le nombre croît

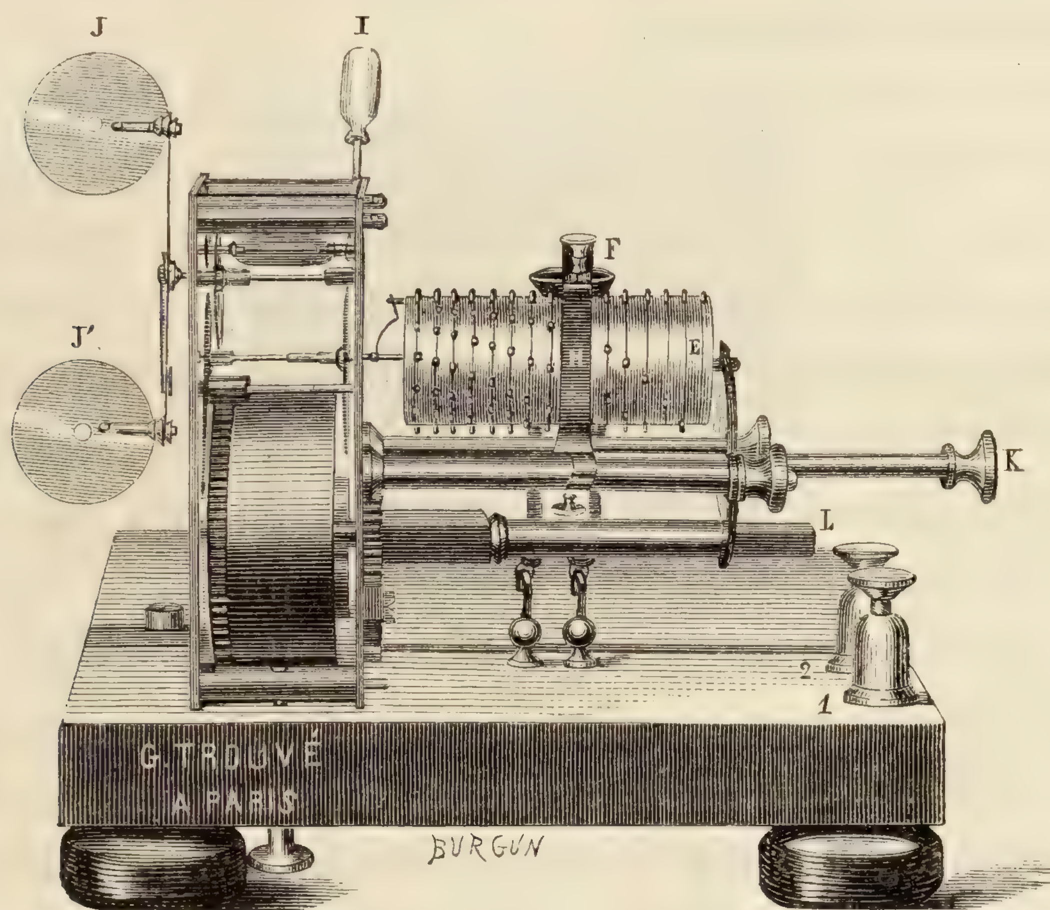


Fig. 20. — Appareil Trouvé-Onimus.

suivant une progression arithmétique, c'est-à-dire qu'à la première division il y a 1 touche ou cheville, à la deuxième, 2, à la troisième 3, à la vingtième 20.

Le cylindre est mû par un mouvement d'horlogerie dont la vitesse se règle au moyen d'un régulateur ou volant, à vitesse variable, ce qui permet de donner au cylindre le nombre de tours que l'on désire par seconde. Un stylet se meut à volonté parallèlement à l'axe du cylindre, et peut être mis successivement en contact avec les différents nombres de touches, ce qui a pour but d'interrompre le

courant autant de fois qu'il y a de touches à la position qu'il occupe.

Supposons que le stylet se trouve à la première division où il n'y a qu'une touche : si le cylindre ne fait qu'un tour par seconde, le courant sera interrompu toutes les secondes, et, si on lui fait occuper successivement toutes les positions jusqu'à la vingtième, on aura 2, 3, 4,..., 20 interruptions du courant par seconde.

En donnant donc au cylindre une vitesse de 1, 2, 3, 4, 5,.... tours par seconde, chaque touche sera multipliée par ce même nombre de tours, et l'on obtiendra, avec la plus grande précision, depuis 1 interruption jusqu'à 100, en passant par les intermédiaires, et l'on aura, dans un temps donné, un nombre d'interruptions donné.

Comme, dans la marche du cylindre, il serait impossible de lire les divisions, et, par suite, de placer le stylet au nombre voulu, on a placé parallèlement au cylindre une petite règle en ivoire, divisée aussi en vingt parties qui correspondent aux divisions du cylindre, et, en regard du stylet, une petite aiguille que l'on met sur la division déterminée pour obtenir le nombre d'intermittences voulu.

Nous allons expliquer maintenant comment M. Trouvé est parvenu à obtenir que les passages successifs du courant principal ne varient pas en durée, quel qu'en soit le nombre dans un temps donné. Cette précision, dans la durée du passage successif du courant, a une importance capitale; autrement, quelle comparaison établir entre des phénomènes qui varieraient entre eux justement comme la source qui les produirait?

A cet effet, le stylet E (fig. 21) comporte deux contacts A et B, en platine, superposés l'un à l'autre sur une plaque d'ébonite.

Ces contacts sont mis directement et à volonté dans le circuit au moyen d'un ressort à boudin. On conçoit, dès lors, que, si le contact supérieur B est dans le circuit, le passage du courant sera établi au moment même où le stylet sera soulevé par une touche du cylindre C, pour cesser immédiatement lorsque la touche sera passée.

Or, comme d'un côté toutes les touches du cylindre ont

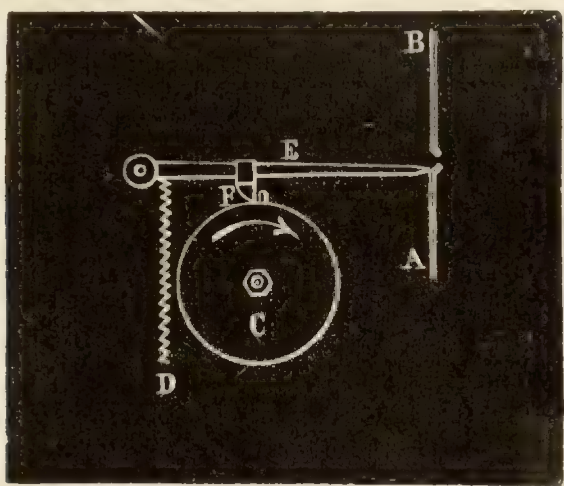


FIG. 21.

la même vitesse, et que, de l'autre, le stylet E et le ressort antagoniste D restent invariables, il en résulte que le temps du soulèvement du stylet reste lui-même invariable, quel que soit le nombre de soulèvements pour une révolution du cylindre. Il en est de même du passage du courant qui est lié au soulèvement du stylet.

Les choses se passent autrement si la communication électrique a lieu par le contact A, car le passage du courant aura lieu pendant toute une révolution du cylindre, si le stylet est placé sur la première division, soit une seconde par exemple, tandis que le stylet, placé sur la vingtième division du cylindre, le temps du passage du courant, n'atteindra pas $\frac{1}{20}$ de seconde. En un mot, la durée des passages suc cesssifs du courant variera comme le nombre même des

intermittences, et c'est là le fait de tous les interrupteurs.

Il résulte des deux effets que nous venons d'expliquer, que, pour produire des courants induits successifs, rigoureusement égaux, ce qui n'a lieu qu'avec cet appareil, il faudra établir la communication électrique avec le contact B et avec A pour produire des courants continus intermittents ou des courants induits variant en durée.

Les deux serre-fils, 1 et 2, ont été disposés, à cet effet, pour placer le patient et l'interrupteur dans le circuit d'une batterie à courant constant et continu. Il suffit alors de mettre l'interrupteur en mouvement pour avoir des intermittences.

M. Trouvé se sert encore de cet interrupteur pour déterminer, d'une manière exacte, le nombre des vibrations que doit donner le trembleur d'une bobine de Ruhmkorff quelconque pour obtenir de suite le maximum d'effet.

Dans ce dernier cas, les contacts, au lieu de se faire par les frotteurs métalliques AB, se font dans ses auges à mercure, comme dans l'interrupteur de Foucault.

Si l'on examine de près la fig. 20, on s'aperçoit facilement que les contacts du stylet E avec les deux ressorts frotteurs A, B se font à glissement et tangentiellement, et que, par conséquent, la fermeture et l'ouverture du courant se font instantanément, sans passer par des variations de pression, conditions les plus favorables à la production des courants induits et des chocs musculaires isolés, nets et bien tranchés.

On recueille ces derniers en plaçant les cordons des électrodes en 5 et 6, pour l'extra-courant en 6 et 7 on recueille les induits; en 5 et 7, l'extra-courant et les induits réunis.

Cet appareil est d'un prix assez élevé, mais il peut dans la pratique, si l'on ne veut pas descendre au dessous de quatre

interruptions par seconde (ce qui cependant n'est pas suffisant dans tous les cas), être remplacé par le suivant :

Cet appareil est remarquable par la disposition et la simplicité de l'interrupteur, qui est ici un trembleur d'une disposition spéciale (fig. 22).

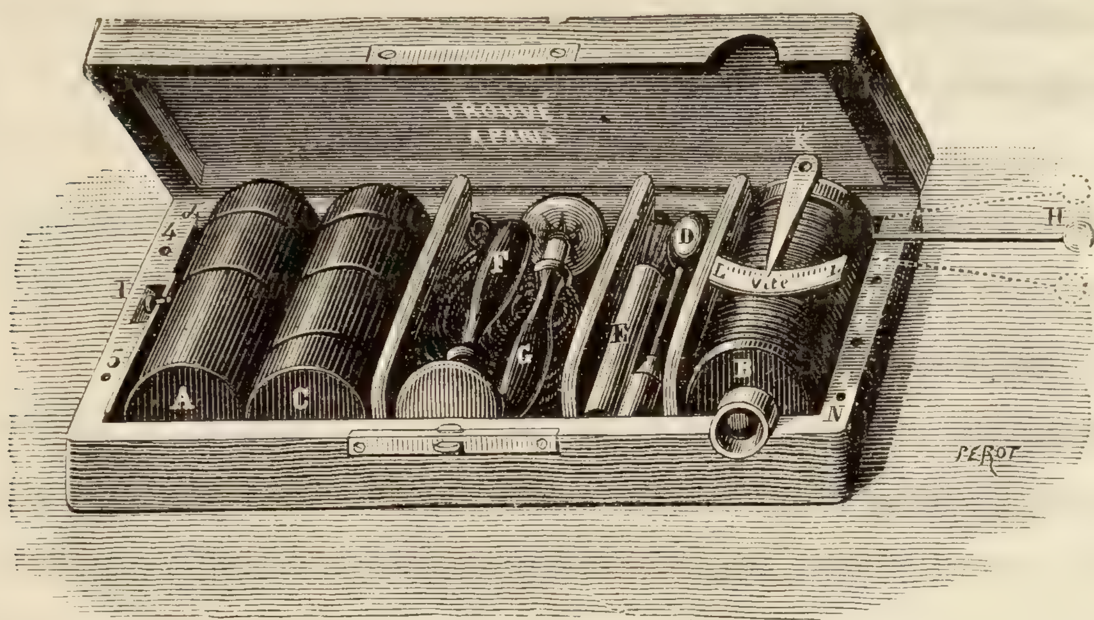


FIG. 22. — Appareil Trouvé-Onimus simplifié.

A, pile Trouvé, hermétique, à renversement, représentée en coupe de grandeur naturelle.

B, bobine avec armature et limbe gradué.

C, étui en ébonite semblable à celui de la pile, contenant du bisulfate de mercure pour faire fonctionner la pile hermétique Trouvé à renversement.

D, E, F, G, électrodes diverses.

H, prolongement ou partie extensible de l'armature.

K, aiguille indicatrice.

LL', limbe gradué indiquant le nombre de vibrations de l'armature ou trembleur.

Les courants induits se recueillent comme suit :

1-2, extra-courant seul dont l'un représente le pôle négatif, indiqué par la lettre N.

2-3, courant induit seul ;

1-3, extra-courant et induit réunis ;

4 5, contacts pour faire marcher l'appareil avec une pile quelconque dans le cabinet du médecin, afin d'économiser la pile hermétique pour la pratique extérieure.

Ce trembleur, dans lequel l'auteur a associé avec la loi du pendule ce principe de géométrie : *La perpendiculaire est plus courte que toute oblique*, comprend une armature montée sur un pivot vertical sur laquelle s'ajustent des prolongements métalliques, de façon à ralentir considérable-

ment le nombre de ses oscillations, à les doubler et à les quadrupler à volonté, comme on le verra tout à l'heure.

Nous disons oscillations, parce que cette armature, avec sa partie extensible, est un véritable pendule horizontal.

Une lame de ressort en platine, placée parallèlement à l'armature, joue le rôle habituel des ressorts antagonistes des trembleurs ordinaires. Cette lame de ressorts n'est en rapport avec l'armature que par son extrémité libre, de façon que, n'en portant pas le poids, elle constitue avec l'armature le trembleur le moins susceptible connu : aussi l'appareil peut-il faire des chutes sérieuses, sans qu'on ait à craindre des détoriations de ce côté.

Un pivot vertical placé un peu au dessus et à moitié du trembleur, pouvant tourner sur lui-même d'une demi-circonférence, porte, fixées dans la même direction, une aiguille à son extrémité supérieure parcourant un limbe gradué et une dent en platine à moitié de sa hauteur.

On peut donc faire occuper à cette dent toutes les positions que l'on veut, en s'écartant de la perpendiculaire, soit à droite, soit à gauche, jusqu'au moment où elle est parallèle au trembleur. On comprend aisément que plus la dent s'écartera de la perpendiculaire, plus le chemin parcouru par le trembleur sera grand, et, par suite, les oscillations seront de plus longues durées. Si donc on place l'aiguille au point extrême de rotation, le trembleur ne fonctionne pas, puisqu'il n'y a aucun contact, la dent lui étant parallèle, et il reste dans la position normale.

Si nous plaçons l'aiguille à la première division du limbe au moment où la dent arrive à être en contact, le trembleur, muni de ses rallonges, donnera, par exemple, un battement ou une intermittence par seconde, et la deuxième division du limbe en donnera deux, la troisième 3, la dixième 10, etc.,

et les intermittences augmenteront jusqu'au moment où l'aiguille, et par cela même la dent, arriveront à être perpendiculaires au trembleur.

Si l'on ôte successivement la première et la deuxième rallonge, qui ont été calculées pour doubler et quadrupler exactement les nombres inscrits sur le limbe, le nombre des vibrations du trembleur sera également double ou quadruple et l'on obtient ainsi les nombres suivants par chaque seconde du temps :

1° Trembleur muni de deux rallonges... 1, 2, 3, 4..., 10,
2° » » d'une seule rallonge. 2, 4, 6, 8..., 20,
3° » démuni des deux rallonges. 4, 8, 12, 16, 40.

Les chiffres inscrits sur le limbe sont déterminés préalablement au moyen d'un petit chronographe enregistreur construit spécialement dans ce but.

Appareil à interruptions régulières de Gaiffe. — Cet appareil d'induction destiné surtout aux études électro-physiologiques, est muni d'un interrupteur automatique qui se règle à l'aide d'un simple levier et peut donner de 50 à 2,000 interruptions environ par minute (voir la fig. 23).

Cet interrupteur est composé : 1° d'un trembleur en forme de pendule, I, dont le centre de gravité est amené, une fois pour toutes, au point convenable à l'aide de la sphère métallique S; 2° d'un ressort flexible de contact, R; 3° d'un électro-aimant, E dont les pôles épanouis laissent passage entre eux au trembleur pendule; 4° enfin, d'un levier-curseur, *l*, pivotant sur la vis V, qui agit sur le ressort R. Il est porté par un disque d'ébonite mobile autour d'un axe horizontal, dont les mouvements commandés par un levier L′ sont, limités par des buttoirs. En faisant mouvoir le levier de L″ en L on peut donner au trembleur-pendule toutes les positions comprises entre la verticale et une inclinaison

de 40 à 45 degrés, et faire ainsi varier l'action de la pesanteur sur lui; la rotation du disque, en entraînant dans sa marche le levier curseur, dont l'extrémité *l* est retenue par la colonne fixe C et dont l'autre extrémité frotte sur le ressort R, fait encore varier la longueur libre de celui-ci et par conséquent sa flexibilité.

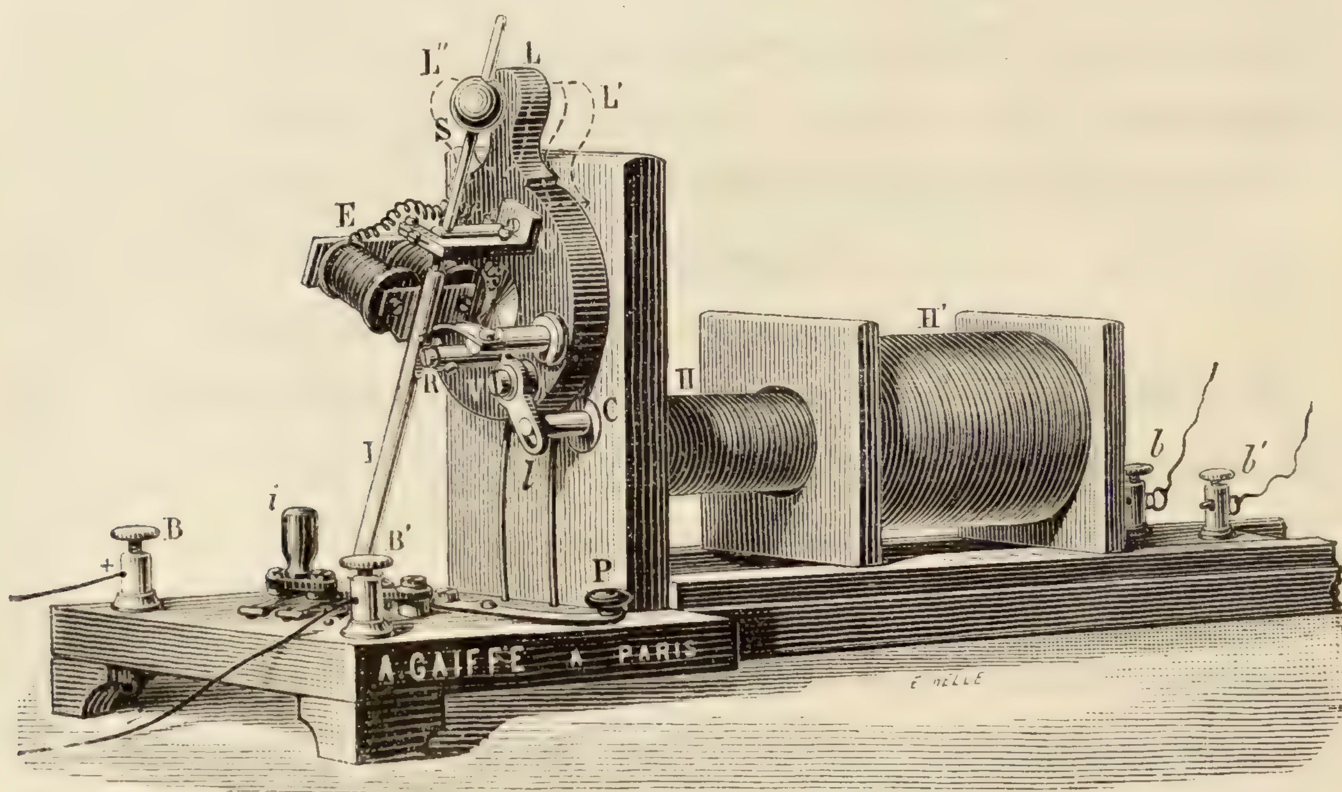


Fig. 23. — Appareil à interruptions régulières de Gaiffe.

H, hélice inductrice fixe; — H′, hélice induite mobile; — L, levier réglant l'interrupteur; — E, électro-aimant de l'interrupteur; — I, trembleur-pendule; — R, ressort flexible courbé en arc de cercle; — *l*, levier-curseur du ressort pivotant sur la vis V; — P, pédale interruptrice; — *i*, inverseur de courant; — BB′ bornes serre-fils recevant les rhéophores de la pile; — *bb′* bornes recevant les rhéophores des excitateurs.

A la position verticale du trembleur, c'est-à-dire à celle dans laquelle la pesanteur a le moins d'action sur lui, lorsque le levier L est à une petite distance de L″, correspond la plus grande flexibilité du ressort de contact, et, par suite, la plus grande lenteur des interruptions. A mesure que le trembleur s'incline, le ressort de contact se raccourcit, et les interruptions deviennent plus rapides. Elles atteignent le maximum de vitesse lorsque le levier L est en L′.

Dans une des positions extrêmes du disque d'ébonite, en L″, toute communication électrique est interrompue dans l'interrupteur, par l'interposition d'un isolateur en ivoire entre le trembleur et le ressort de contact, afin de permettre d'agir sur l'appareil d'induction à l'aide de la pédale interruptrice P ou d'un interrupteur indépendant.

Cet instrument est muni, comme celui qu'a fait fabriquer le Dr Tripier, d'un inverseur de courant et d'hélices induites formées de grosseurs et de longueurs différentes, qui peuvent se substituer les unes aux autres.

II. — **Appareils magnéto-électriques.**

Le premier appareil magnéto-électrique qui ait été construit est celui de Pixii. L'aimant permanent était mobile et l'électro-aimant, dans le circuit duquel les courants induits inverses et directs se manifestent, était fixe. Clarke modifia cet appareil et le rendit plus commode; voici les parties principales qui le composent :

Machine de Clarke. — Un aimant A B en fer à cheval est fixe et devant lui tourne une bobine de fil induit enroulée autour d'un morceau de fer doux E; les extrémités du fer doux sont voisines des pôles de l'aimant (fig. 24). Dans cette position, le fer doux est aimanté, mais lorsque la double bobine est éloignée de la même distance de chacun des pôles de l'aimant, le fer doux est complètement désaimanté, cela a lieu après un quart de tour. En allant de la première position (contact avec l'aimant) à la seconde position (éloignement égal des deux pôles), la bobine a été traversée par un courant induit finissant, et cela de la même manière que si l'aimant avait été éloigné. Lorsque la double bobine aura fait un demi-tour, le

fer doux se sera réaimanté, et il y aura eu production d'un courant induit commençant de même nature que si l'aimant avait été rapproché. Il en sera de même pour le demi-tour suivant, de sorte qu'à chaque révolution complète de l'axe,

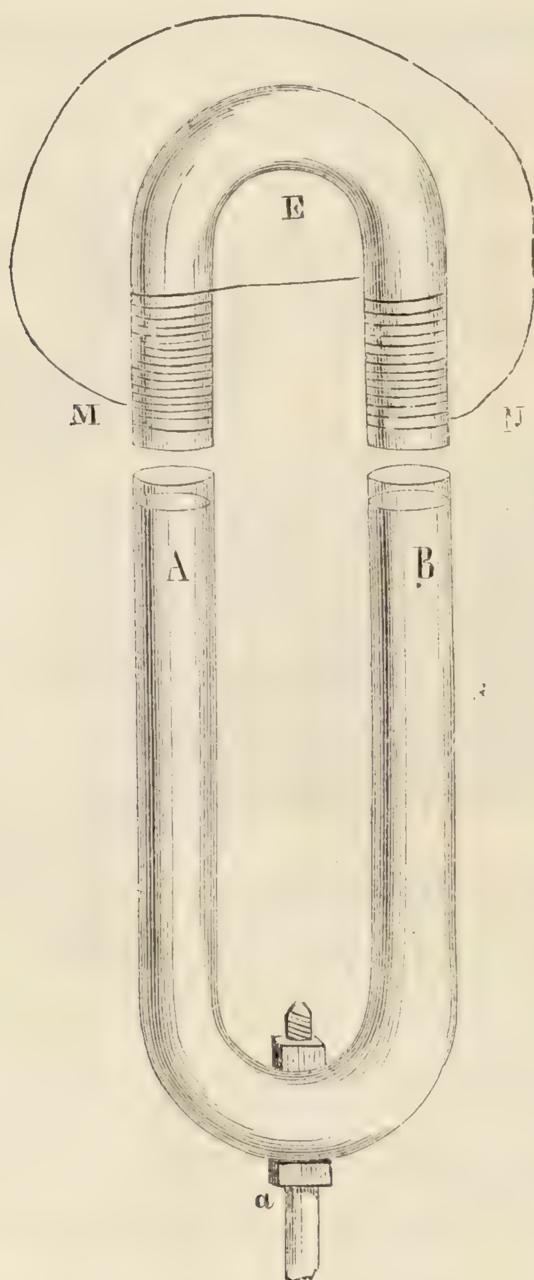


Fig. 24. — Parties essentielles de l'appareil de Pixii.

la bobine est traversée par quatre courants induits, deux finissants et deux commençants.

Pour recueillir les courants induits formés, l'appareil se termine par une virole métallique qui tourne avec lui. Celle-ci est partagée en deux moitiés dont chacune communique avec une des extrémités du fil de la bobine qui représente ainsi le pôle de ce fil (fig. 24). La virole tourne entre

deux lames de laiton, formant ressort et appliquée sur elles. Le courant induit, développé dans le fil, passe sur la virole, de là sur les lames de laiton, et enfin sur deux pièces de cuivre formant le pied de ces lames, et où l'on peut les

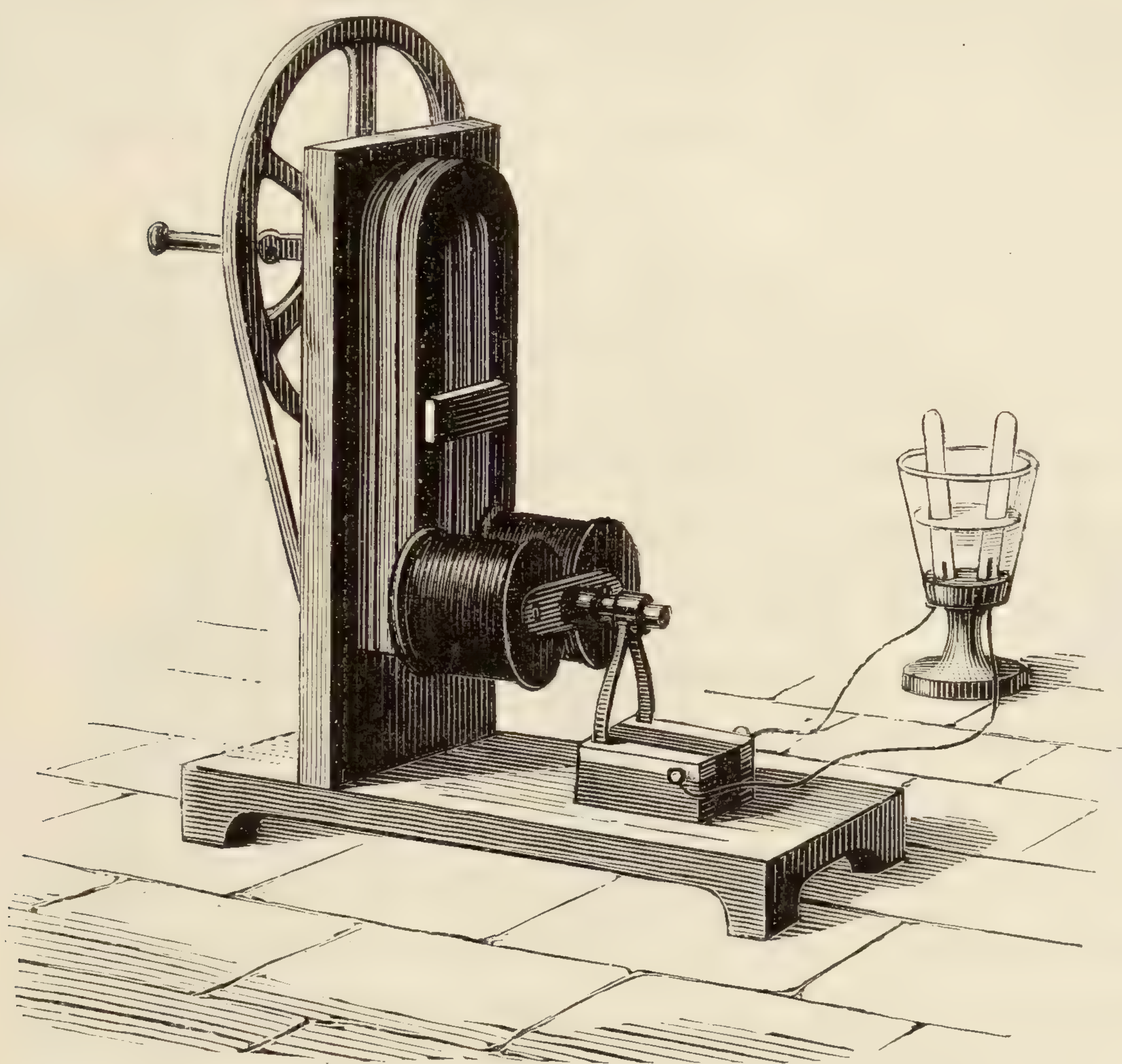


Fig. 25. — Machine de Clarke.

recueillir. Ces pièces de cuivre sont séparées par une lame isolante d'ivoire, et chacune d'elles est un pôle distant du courant.

Comme les courants induits ainsi développés sont alternativement de sens inverse, on peut, au moyen d'un commutateur spécial, et qui met toujours la même lame de lai-

ton en contact avec le même pôle, obtenir un courant dirigé constamment dans le même sens. La décomposition de l'eau, dans ce cas, se fait comme lorsqu'on se sert d'une pile. L'oxygène se rend au pôle positif, l'hydrogène au pôle négatif.

Appareils médicaux. — Ces appareils sont principalement ceux de MM. Breton frères, de Duchenne et de MM. Gaiffe, Chardin et Loiseau. Enfin celui que nous avons fait construire récemment sur le type de l'électro-moteur de M. Marcel Deprez.

Ceux de M. Breton et de M. Duchenne sont fondés sur la découverte faite par M. Page, que, lorsqu'un aimant permanent éprouve des modifications passagères par le rapprochement et l'éloignement d'un fer doux, il se produit des courants induits de directions alternativement contraires dans une hélice qui enveloppe cet aimant.

Dans ces deux appareils, deux bobines sont enroulées autour de l'aimant fixe : la première est constituée par un fil plus gros et moins long ; la deuxième par un fil d'un diamètre plus petit et d'une longueur beaucoup plus grande.

Duchenne a cru que les courants induits du fil détermineraient des courants du deuxième ordre dans le deuxième fil enroulé autour de lui. Mais ce second fil est sous l'influence de l'aimant comme le premier fil, et les courants qui sont déterminés dans ces deux fils sont de même sens, c'est-à-dire des courants induits du même ordre, car l'action du premier fil sur le deuxième est dominée par l'action des aimants. Ces courants ne diffèrent que par la tension et par l'intensité, car les fils n'ont ni la même longueur ni le même diamètre. Le courant qui se développe dans le premier fil, si ce premier fil est plus gros ou moins long, aura moins de tension que celui du

deuxième fil qui est long et fin. Si les deux fils ont la même grosseur et la même longueur, leurs propriétés seront les mêmes ; seulement le courant du deuxième fil sera un peu moins énergique que celui du premier, car il est un peu plus éloigné de l'aimant.

M. Gaiffe, dans son appareil (fig. 26), a entouré d'hélices non seulement les extrémités de l'aimant permanent qui est fixe, mais encore les extrémités de l'armature mobile en fer doux. Il se produit ainsi de nouveaux courants d'induction

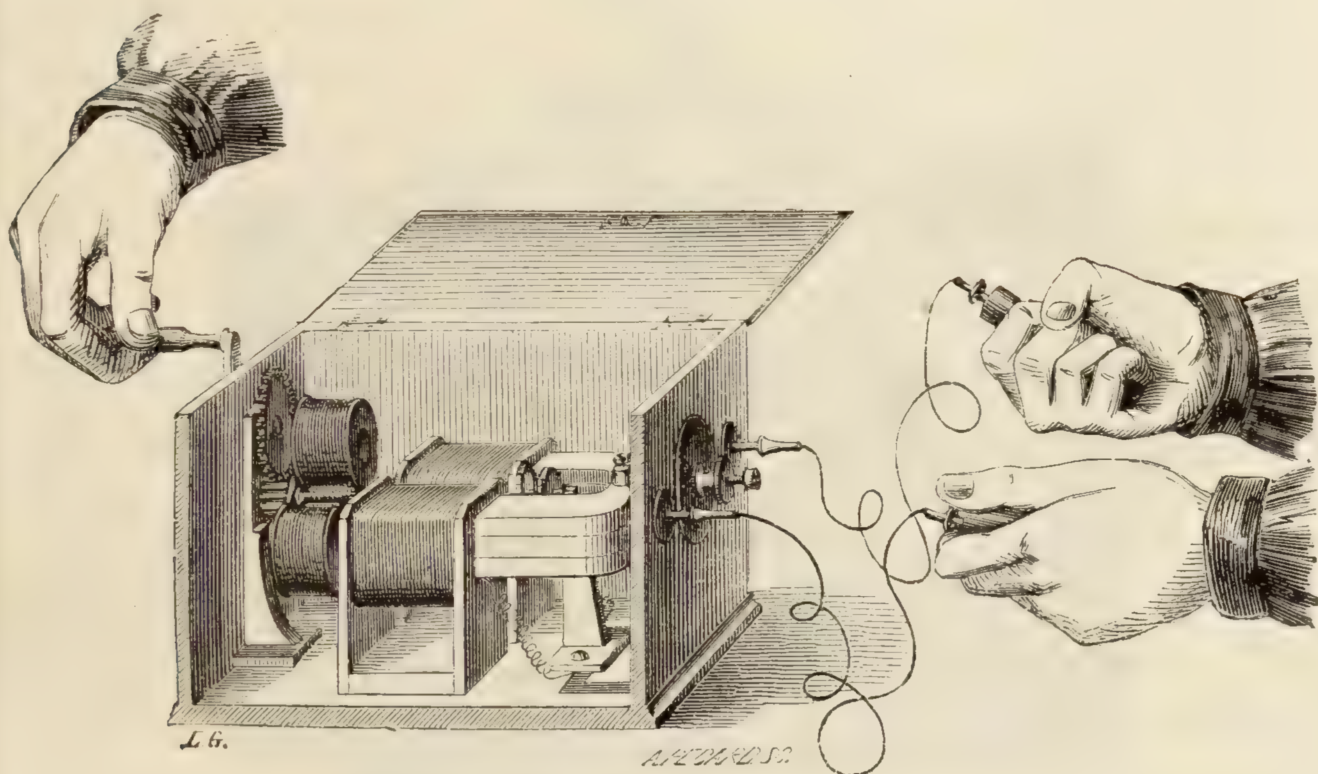


FIG. 26. — Appareil magnéto-électrique de M. Gaiffe.

qui viennent se réunir aux courants induits développés autour de l'aimant en fer à cheval. On augmente ainsi la puissance de l'appareil sans rendre le volume plus considérable.

On gradue l'appareil à l'aide d'un vis micrométrique, ce qui permet de rapprocher plus ou moins le fer doux des faces polaires.

M. Gaiffe a également construit un appareil magnéto-électrique sur le modèle de Clarke, où les courants sont

toujours dirigés dans le même sens. Mais l'appareil de M. Gaiffe est bien plus maniable sous un plus petit volume (fig. 27).

Une boîte en acajou D, fermant à serrure, et munie d'une poignée sur le couvercle, contient tout l'appareil dont aucune pièce ne fait saillie à l'extérieur.

L'appareil se compose :

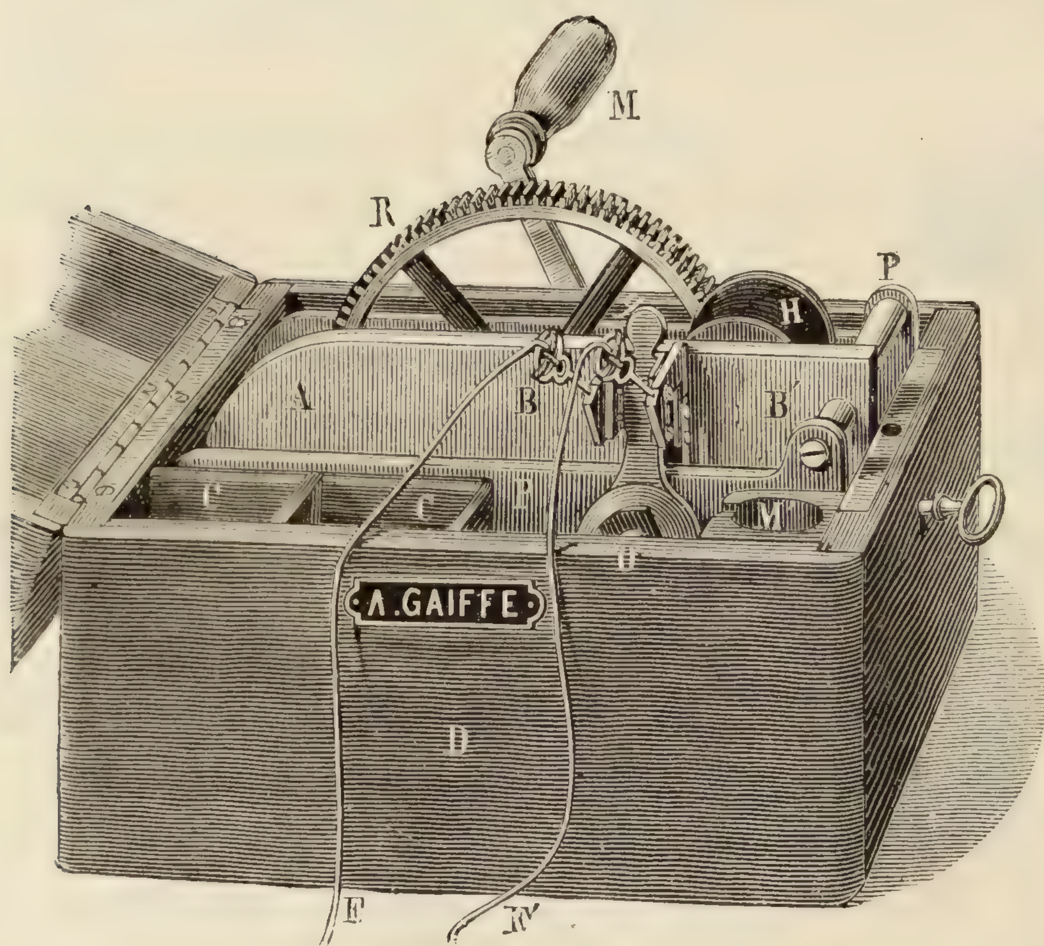


Fig. 27. — Machine de Clarke, modifiée par M. Gaiffe.

1° D'un aimant en fer à cheval ABB';

2° D'une armature de fer doux tournant devant les branches de l'aimant, et portant deux hélices dont une seule est visible, en H;

3° D'une roue dentée R qui commande la rotation de l'armature de fer doux en engrenant sur un pignon qui porte son axe. Une manivelle M met en action cette roue dentée;

4° D'un graduateur G, articulé en O, qu'on incline plus

ou moins vers B suivant ou B′, qu'on veut avoir des courants forts ou faibles.

Deux platines en laiton reliées entre elles par des piliers portent tout l'appareil. On trouve enfin dans les cases C, C′, les accessoires et excitateurs suivants : une paire de rhéophores, une paire de manches isolants, une paire de porte-éponges, un excitateur olivaire, et une brosse ou pinceau métallique. Le bloc percé M′ reçoit la manivelle M, démontée lorsque l'appareil n'est pas en action.

Pour faire fonctionner l'appareil, on visse la manivelle sur l'extrémité de l'arbre de la roue R qu'on voit au fond d'une ouverture pratiquée dans la paroi postérieure de la boîte, on amène en B′ le commutateur graduateur G; on fixe sur lui les rhéophores comme le dessin l'indique; à l'autre extrémité des rhéophores on attache les manches isolants et l'on visse sur eux les excitateurs dont on a besoin ; enfin le circuit fermé, on tourne la manivelle, et les courants se produisent.

Lorsque le graduateur est en B′, les commotions sont très faibles, surtout si l'on tourne lentement la manivelle ; mais, à mesure que l'on fait marcher le graduateur vers B et que l'on accélère la vitesse de rotation, elles deviennent de plus en plus fortes, et sont tout à fait intolérables lorsqu'on est arrivé en B.

Des lettres P (positif), N (négatif), gravées sur les deux faces extérieures du graduateur, près des points où s'insèrent les cordons, indiquent la direction des courants.

L'appareil ne demande d'autre soin que d'être maintenu dans un lieu sec. Il est important de ne pas placer dans la boîte des éponges ou autres excitateurs mouillés.

— Le courant fourni par les appareils magnéto-électriques est moins douloureux et moins excitant que celui des ap-

pareils électro-magnétiques; presque toutes les personnes les supportent mieux, et les malades en éprouvent incontestablement de meilleurs effets. C'est leur volume et surtout la nécessité d'un aide pour faire tourner l'électro-aimant, qui les a fait abandonner en partie, et qui en rend l'usage moins général. Nous avons essayé d'obvier à cet inconvénient en faisant mouvoir les bobines induites par un électro-moteur de M. Marcel Deprez; pour que l'appareil

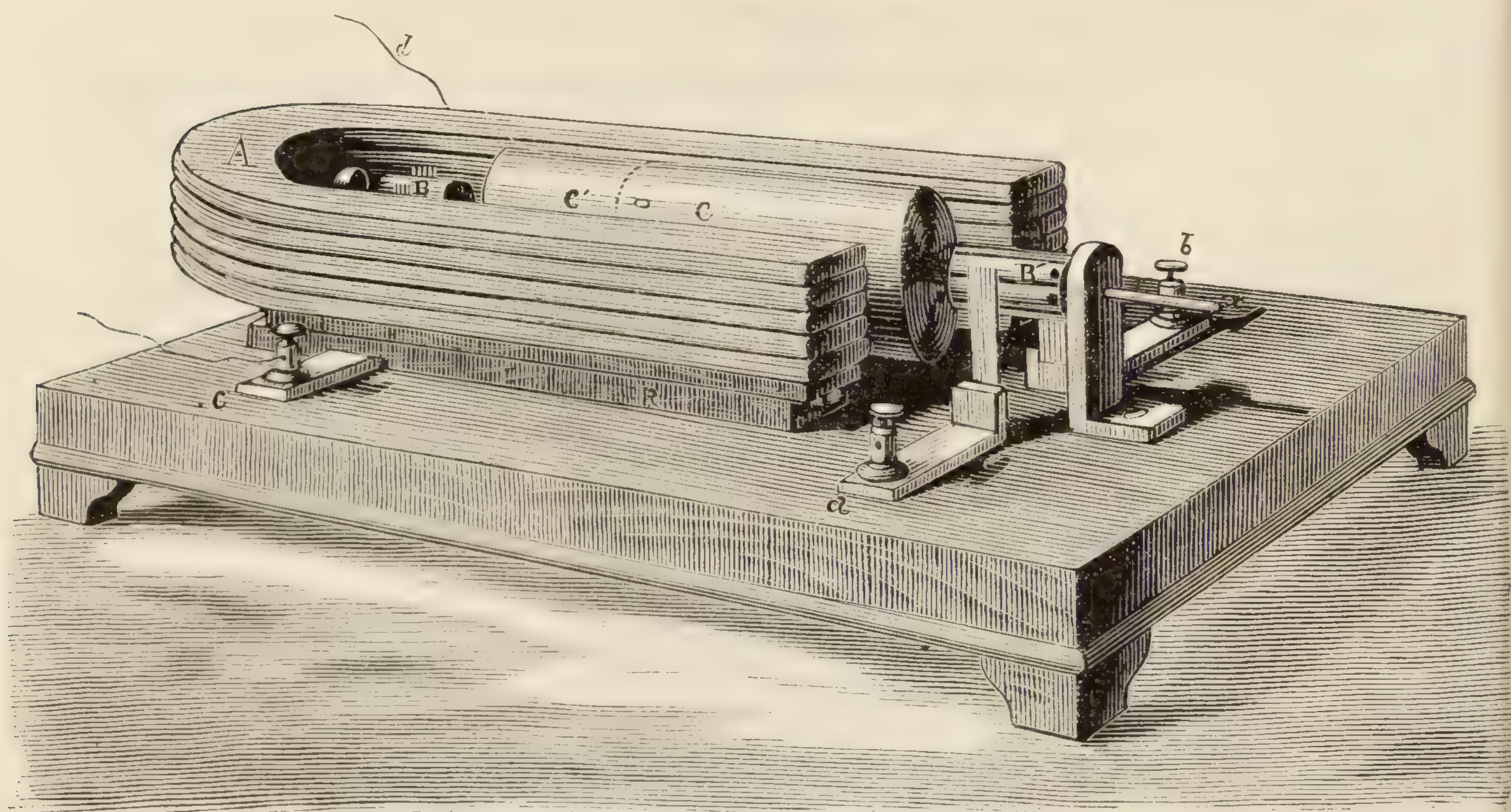


FIG. 28. — Appareil magnéto-électrique d'Onimus.

n'ait point un volume trop considérable, nous avons mis dans le même cylindre la bobine motrice et la bobine induite (C et C′). L'appareil est représenté figure 28, il se compose d'un aimant puissant en fer à cheval A, dans le milieu duquel tourne de lui-même le cylindre renfermant les deux bobines. On recueille les courants induits en C, et le courant de la pile qui fait fonctionner la bobine électro-motrice entre par les bornes *a* et *b*.

On conçoit de suite les avantages d'un tel appareil, car

de lui-même il se met à tourner, sans le besoin d'aucune manivelle ni d'aucun aide : il suffit d'une source électrique assez puissante pour faire fonctionner l'électro-moteur. Mais c'est malheureusement cette dernière condition qui est difficile à réaliser pour un appareil qui doit être portatif et nous avons voulu y joindre un appareil d'horlogerie, pour remplacer la pile et faire tourner la bobine. Le grand inconvénient de cette modification est le peu de durée du mouvement même avec un ressort assez considérable. Aussi malgré de nouveaux essais et malgré l'habileté des constructeurs auxquels nous nous sommes adressés nous n'avons rien pu obtenir qui soit vraiment pratique.

Du choix des appareils induits

Les courants induits sont remarquables par leur tension et par leur courte durée; la secousse qu'ils produisent est toujours brusque et rapide, et c'est là, en grande partie, la cause de l'impression excitante, mais souvent désagréable qu'ils produisent.

Plus la secousse est brusque, et les interruptions rapides, plus les impressions sont vives et font croire à un courant énergique. Le public croyant qu'un appareil est d'autant meilleur qu'il a donné des secousses plus douloureuses, les fabricants ont cherché à augmerter ces effets. Cependant les courants induits déterminés par les appareils de ce genre n'agissent souvent que par action réflexe et leur influence thérapeutique peut être nuisible. Aussi est-il important pour le médecin de ne se laisser guider que par l'action réelle sur le système musculaire, et non par les sensations éprouvées et qui peuvent être plus ou moins trompeuses.

Ainsi, dans les appareils de petites dimensions où les fils sont relativement très courts, on essaye de remédier au manque de tension en fixant le point de contact le plus près possible du point d'attache du ressort, de façon à obtenir des interruptions très rapides, qui confondent presque (ou entièrement) le courant d'entrée et de sortie.

Des constructeurs pour arriver plus sûrement à ce résultat, emploient deux ressorts, l'un fixé au marteau, l'autre sur le socle de l'appareil, et font buter la vis de réglage jusqu'à la base de ce dernier, de telle sorte que, quand l'appareil fonctionne, la vibration des deux lames raccourcit l'intermittence de moitié. C'est ce qui existait même pour les appareils de Rhumkorff, petit modèle médical, et pour celui de Duchenne, petit modèle (forme livre), etc.

Le genre de ressorts employé dans tous ces appareils est d'égale épaisseur dans toute sa longueur, ce qui ne vaut pas un ressort plus fort à son point d'attache, et allant en s'amoindrissant bien régulièrement.

Le ressort uniformément épais vibre plus vite, mais moins régulièrement. Les courants de ces appareils provoquent des effets très douloureux qui n'agissent que superficiellement.

L'on trouve aussi des appareils très bon marché, où l'on réunit l'extra-courant et le courant d'induction, ce qui non seulement modifie le sens du courant à chaque intermittences, mais ce qui provoque un courant plus douloureux.

Un premier moyen de rendre les courants induits moins énervants et plus tolérables, c'est de diminuer le nombre des excitations en un temps donné.

Ainsi un courant qui est presque insupportable avec le nombre d'interruptions des appareils ordinaires c'est-à-dire

avec 1500 à 2000 interruptions par minute est toléré avec 50 à 120 interruptions par minute. L'expérience est facile à faire avec tous les appareils, et elle sert en même temps à se rendre compte de la bonté de l'appareil; elle consiste à empêcher le ressort de vibrer, et à faire uniquement les interruptions avec le petit levier, qui est placé près du trembleur. On constate ainsi, avec tous les appareils, une différence très grande dans les sensations et même dans les contractions, car avec des interruptions fréquentes, quoique le courant ait absolument la même intensité, les effets sont énormément augmentés.

Aussi, on a toujours essayé de régler le nombre des interruptions et de pouvoir à volonté en diminuer le nombre. Dans les appareils ordinaires de Gaiffe et dans celui de Trouvé, on y arrive en donnant au levier du trembleur une longueur plus ou moins grande (Voir la description de ces appareils). Duchenne avait imaginé une pédale, qui avait l'avantage très grand de laisser les mains libres et de pouvoir ne donner qu'une excitation et même moins par seconde, ce que l'on ne peut nullement obtenir avec les appareils induits ordinaires, même en donnant au levier le plus de longueur possible.

Dans tous les cas, à moins de cas exceptionnels, nous ne nous servons jamais d'appareils induits où l'on ne peut pas régler le nombre des interruptions. Avec l'appareil à interruptions régulières que nous avons fait fabriquer par M. Trouvé, cela est facile et presque forcé; avec l'appareil de Mangenot aux fils d'argentan (fig. 18) nous intercalons un métronome spécial. Nous avons également donné la description de l'excellent appareil fabriqué par M. Gaiffe, et nous ne pouvons assez recommander aux médecins d'avoir à leur disposition des appareils donnant à volonté une seule interrup-

tion par seconde. Dans un grand nombre de cas, autant pour le traitement que pour l'examen de l'état des muscles, il est absolument nécessaire d'avoir des appareils de ce genre. C'est même la condition la plus importante que nous voulons signaler pour le choix des appareils induits.

Des différences d'action physiologique entre l'extra-courant et les courants induits et entre les courants induits de la même bobine selon la nature du fil métallique.

Historique. — Nous indiquerons d'abord, en quelques mots, les faits qui se rapportent à cette question, et principalement la différence d'action physiologique de l'extra-courant et des courants induits. Duchenne a établi qu'il existait entre le courant de la première hélice (extra-courant) et le courant de la deuxième hélice (courant induit) les différences suivantes :

A. Le courant de la deuxième hélice excite plus vivement la rétine que celui de la première hélice, lorsqu'il est appliqué à la face ou sur le globe oculaire par l'intermédiaire des rhéophores humides.

B. Le courant de la deuxième hélice excite plus vivement la sensibilité cutanée que le courant de la première hélice.

C. Le courant de la première hélice excite plus vivement que celui de la deuxième la sensibilité de certains organes placés plus ou moins profondément sous la peau.

D. Le courant de la deuxième hélice provoque des contractions réflexes plus énergiques que le courant de la première hélice.

E. Lorsque des rhéophores humides sont appliqués sur la surface cutanée, le courant de la deuxième hélice pénètre

plus profondément dans les tissus que le courant de la première hélice.

Telles sont les propositions formulées, il y a déjà plusieurs années, par Duchenne; et nous nous hâtons d'ajouter qu'elles sont exactes. Personne d'ailleurs n'a jamais nié la réalité de ces faits, mais bien l'interprétation que Duchenne en a donnée, car il fait de ces différences d'action des *propriétés* appartenant *spécialement* au courant de la première hélice et au courant de la seconde hélice. C'est contre cette théorie que MM. Becquerel se sont aussitôt élevés, et leur argumentation ainsi que leurs expériences ont été admises par tous les physiciens. MM. Becquerel ont en effet démontré que ces différences physiologiques sont le résultat de conditions physiques différentes pour l'extra-courant et le courant induit proprement dit, et que les courants induits, de quelque ordre qu'il soient, produisent les mêmes effets lorsque leur *intensité*, leur *tension* et leur *durée* sont les mêmes.

Le courant de la seconde hélice est produit dans un fil beaucoup plus long et plus fin que l'extra-courant, ce qui fait qu'il a une grande tension, tandis que le courant de la première hélice est produit dans un fil court et gros, et par conséquent a une tension plus faible.

Duchenne n'a pas accepté cette critique, et il a continué à soutenir *la spécialité d'actions* de l'extra-courant et du courant induit proprement dit. Voici comment il s'exprime dans une note sur les *propriétés différentielles au point de vue thérapeutique de l'extra-courant et de courant induit* (*Archives générales de médecine*, mars 1873) :

« Je rappellerai que, lorsqu'il y a une vingtaine d'années j'ai eu à exposer les résultats de mes recherches sur les propriétés différentielles de l'extra-courant et du courant induit,

je ne me suis pas courbé devant l'autorité de la science ; car, m'appuyant sur de nombreuses expériences électro-physiologiques probantes, j'ai soutenu, contrairement à l'opinion de plusieurs physiciens illustres, qu'indépendamment de leur tension plus ou moins grande le courant induit et l'extra-courant jouissent de propriétés physiologiques et thérapeutiques qui les distinguent l'un de l'autre. Ainsi MM. Becquerel m'ont objecté que l'*extra-courant et le courant de premier ordre ne jouissent pas de propriétés électives sur telle et telle fonction, mais qu'ils ont une action plus ou moins énergique en raison de leur tension.* Cette objection est renversée par ce seul fait que j'ai démontré à tous les physiciens qui ont bien voulu voir ou expérimenter sur eux-mêmes, à savoir : que la sensibilité et la contractilité des muscles, que l'excitabilité des nerfs mixtes et d'autres organes profonds (le testicule, l'intestin, la vessie, etc.), sont beaucoup plus vivement provoquées par l'extra-courant, dont la tension est faible, que par le courant induit, dont la tension est forte comparativement au premier. »

D'un autre côté, M. Chauveau avait conclu d'expériences faites sur les animaux : 1° que l'effet physiologique de l'électricité est le résultat d'un ébranlement mécanique imprimé aux molécules placées sur le passage des courants ; 2° que cet ébranlement tient exclusivement à la tension de ces courants sans être directement influencé par la quantité d'électricité mise en mouvement ; 3° que les diverses parties du trajet parcouru par l'électricité dans un conducteur animal n'éprouvent pas au même degré cette excitation mécanique, parce que la tension, loin d'être uniforme dans ce conducteur, s'y montre toujours plus forte aux points extrêmes, et surtout au point de sortie (au pôle négatif).

Duchenne objecte à ces expériences qu'il est au contraire

reconnu en physique et démontré expérimentalement, contrairement à l'assertion de M. Chauveau, qu'au pôle négatif le courant électrique a moins de tension qu'au positif, et conséquemment que l'action physiologique, plus puissante au pôle négatif, ne peut être attribuée à sa plus grande tension.

Enfin Duchenne se fonde encore sur des faits exposés par M. Du Moncel, et qui prouveraient que la puissance physiologique d'un courant d'induction n'est pas toujours due à sa tension. M. Du Moncel trouve en effet que deux courants induits ayant au rhéostat *la même tension* donnent des commotions variable en énergie ; ce sont les courants induits, qui sont *plus intenses au galvanomètre*, qui donnent les commotions les plus énergiques.

M. Du Moncel ajoute encore que cet effet n'est pas le seul de ce genre qu'on puisse citer, et que, dans certaines circonstances, le courant inverse, qui ne donne jamais d'effets physiologiques appréciables, en fournit de plus énergiques que le courant direct. « D'un autre côté, ajoute M. Du Moncel, on sait que c'est le pôle négatif qui réagit le plus énergiquement sur l'économie animale avec les courants induits, et pourtant, d'après les expériences de M. Riess et les miennes, c'est l'électricité positive qui a le plus de tension. On peut donc en conclure que les rapports réciproques entre le système nerveux et les effets électriques ne sont pas encore assez connus dans l'état actuel de la science, pour que nous puissions expliquer à priori tous les phénomènes que nous observons. »

Discussion des opinions émises sur les différences d'action physiologique de l'extra-courant et du courant induit proprement dit.

Nous venons d'exposer l'état de la question et les objections qui ont été faites de la part de divers auteurs; il nous

reste à examiner la valeur des théories qui ont été proposées.

Avant toute autre critique, il est de toute évidence que les différences physiologiques que l'on constate entre l'extra-courant et le courant induit proprement dit ne peuvent tenir qu'à des différences de conditions physiques.

Quelles sont donc les conditions physiques qui différencient le courant de la première hélice de celui de la seconde hélice? Ils sont assez nombreux, grâce à la construction spéciale des appareils; mais ces conditions sont *absolument* les mêmes que celles qui peuvent différencier un courant de la seconde hélice d'un autre courant également de la seconde hélice, si le fil de la bobine présente des conditions différentes de grosseur, de longueur et de nature.

De la tension. — L'extra-courant, comme on le sait, est fourni par un fil gros et court; le courant de la seconde hélice, au contraire, se produit dans un fil long et fin; celui-ci a donc beaucoup plus de tension que le premier. Ayant plus de tension, il pénètre beaucoup plus profondément dans les tissus : cela est d'une netteté et d'une simplicité sur laquelle il est inutile d'insister.

D'ailleurs on obtient identiquement les mêmes effets en employant des courants de la deuxième hélice, dont l'une est formée par un fil court et gros, et l'autre par un fil fin et long Avec notre appareil à interruptions régulières, où l'on peut à volonté, et dans les mêmes conditions d'induction, se servir, comme dans l'appareil de du Bois-Raymond, de bobines induites à fils variables, on obtient constamment les principales différences d'actions signalées par Duchenne, et que MM. Becquerel ont expliquées par la différence de tension. Ainsi la proposition A peut s'énoncer ainsi : Le courant induit qui a le plus de tension excite plus vivement la rétine. Cela va de soi, puisqu'il pénètre plus

profondément, et que le nerf optique est situé profondément dans les tissus.

De même, la proposition B peut aussi, au moins en grande partie, être énoncée ainsi : Le courant induit qui a le plus de tension excite plus vivement la sensibilité cutanée.

Nous verrons plus loin comment l'excitabilité des nerfs cutanés dépend encore d'autres conditions.

La proposision C est la seule où la tension ne paraisse pas avoir de l'influence.

Quant aux propositions D et E, elles sont la conséquence évidente de la tension plus ou moins grande. En effet, si le courant de la seconde hélice pénètre plus profondément dans les tissus, c'est qu'il a plus de tension, et c'est pour cela aussi qu'il détermine des contractions à une distance plus éloignée du point d'application des pôles.

Ainsi, exceptée pour la proposition C, que nous allons examiner ci-dessous, il est évident que toutes les différences que l'on observe entre les courant induits ne sont que le résultat des différences de tension.

Des autres conditions qui, en dehors de la tension, différencient l'extra-courant du courant induit proprement dit. — Dans la critique que MM. Becquerel ont faite des théories de Duchenne, ils ont soutenu en premier lieu que la différence entre l'extra-courant et le courant induit proprement dit tenait à une tension plus énergique pour ce dernier, mais ils n'ont pas borné leurs objections à cette seule différence, car ils ont eu soin d'ajouter que les effets doivent être les mêmes, non seulement lorsque la tension est la même, mais encore lorsque *l'intensité* et la *durée* sont les mêmes. Duchenne et M. du Moncel ont donc eu le tort de ne tenir compte que d'un seul point, et cela nous explique comment ils ont pu trouver des cas où la différence de

tension ne suffit pas pour expliquer les effets observés.

En effet, lorsque la tension est la même, ou même lorsqu'elle est un peu plus faible, l'extra-courant agit plus vivement sur la sensibilité des muscles et sur l'excitabilité de certains organes, tels que le testicule, l'intestin et la vessie. M. du Moncel a également observé des faits du même genre, et il a observé que des courants induits ayant même tension donnent des contractions différant en énergie. La tension, dans tous les cas, n'est donc pas la seule cause de ces différences.

Mais il y a entre l'extra-courant et le courant induit de la deuxième bobine d'autres différences physiques que celles relatives à la tension. D'abord l'extra-courant ne se compose jamais que d'un seul courant induit, celui qui marche dans le même sens que le courant de la pile, tandis que le courant induit proprement dit se compose de deux courants instantanés dirigés alternativement en sens contraire.

Ce fait seul explique pourquoi, même à tension égale, le courant de la deuxième hélice agit plus énergiquement sur l'excitabilité des nerfs sensitifs de la peau.

Quant à l'action sur les muscles superficiels et sur certains organes, tels que les testicules, etc., l'action plus excitante de l'extra-courant s'explique par *une différence de quantité*, élément important dont Duchenne et du Moncel ne tiennent pas compte.

En effet, comme nous l'avons observé pour des courants de même ordre, mais différents sous le rapport de la quantité, l'action physiologique, dans certaines circonstances, varie selon la quantité. C'est dans les faits mêmes observés par M. du Moncel, et sur lesquels se fonde Duchenne, que nous trouvons justement la démonstration de cette action.

En effet, avec des courants induits de même tension, mais ayant une *action différente sur le galvanomètre*, M. du Moncel a trouvé que les courants qui faisaient dévier le plus l'aiguille du galvanomètre, c'est-à-dire ceux qui ont le plus de *quantité*, déterminaient aussi les contractions les plus énergiques.

Il est à remarquer en même temps que dans ces dernières expériences de M. du Moncel il ne s'agit plus de comparer l'action de l'extra-courant et celle du courant induit de la deuxième hélice, mais bien de marquer la différence d'action physiologique qui existe entre deux courants induits de même ordre. Or la différence entre ces deux courants induits se trouve être la même, les conditions physiques étant identiques, qu'entre l'extra-courant et le courant de la deuxième hélice.

Ce que la plupart des auteurs ont ignoré, c'est que la quantité a justement, sur le tissu musculaire même, lorsqu'il agit directement, et sur les organes tels que la vessie et les testicules, une action très manifeste.

Les courants continus, par exemple, si faible que soit leur action chimique, ont toujours une quantité supérieure aux courants induits et même à l'extra-courant : aussi leur action sur ces organes est très énergique. Nous avons observé ces faits un grand nombre de fois, mais l'exemple le plus remarquable est fourni par les cas de paralysie faciale périphérique.

Dans ces cas, le nerf a perdu son excitabilité, et les muscles seuls peuvent encore être excités directement, mais en même temps la tension a sur la contraction musculaire une influence relativement moins considérable que la quantité. Ainsi, avec vingt éléments au sulfate de mercure et une petite surface de zinc, nous obtenions des contractions moins

prononcées qu'avec quatorze mêmes éléments, les zincs offrant une surface dix fois plus grande.

En général, on peut dire que la tension agit plus puissamment sur le système nerveux, et que la quantité a une action plus marquée sur les contractions idéo-musculaires et surtout sur les fibres musculaires lisses. Il n'y a donc rien d'étonnant qu'entre deux courants induits ayant la même tension, mais différant par la quantité, il y ait des différences dans le rapport de l'excitation des muscles.

Le phénomène relaté en même temps par M. Du Moncel, que, dans certaines circonstances, le courant inverse, qui ne donne jamais d'effets physiologiques appréciables, en fournit de plus énergiques que le courant direct, est vrai, mais en dehors du sujet qui nous occupe; nous allons cependant l'examiner ici.

Disons d'abord que les circonstances où ce phénomène se produit sont assez rares : il faut pour cela que le muscle soit fatigué, ou qu'il soit paralysé par suite d'une altération primitive des nerfs. D'un autre côté, dans certaines expériences physiologiques sur le système nerveux et surtout lorsqu'on veut obtenir des effets d'excitation très délicats et à distance, le courant inverse agit encore quelquefois plus efficacement, mais cela uniquement parce que sa *durée* est plus longue que celle du courant direct. Cette condition est, dans certains cas, presque la seule nécessaire pour amener une excitation, et un courant dix, vingt fois plus faible qu'un autre peut amener une contraction si le temps pendant lequel il agit est plus long. Nous avons obtenu sous ce rapport, même avec les courants de la pile, des tracés qui démontrent ces faits d'une manière incontestable.

D'un autre côté, il est erroné de croire que le courant inverse ne donne jamais d'effets physiologiques appré-

ciables, car sur tous les tracés, lorsque le muscle est frais, on obtient très nettement les deux contractions; nous insistons particulièrement sur ce fait dans un des chapitres consacrés à l'étude de la contractilité (voir plus loin). Ce n'est que lorsque le muscle se fatigue que la double contraction disparaît; puis enfin, si l'interruption reste dans les mêmes limites de rapidité, il n'y a plus du tout de contractions, et elles ne reparaissent que lorsqu'on fait diminuer la rapidité de l'interruption.

Influence du pôle positif et du pôle négatif. — L'objection la plus sérieuse faite par Duchenne et M. du Moncel est celle qu'ils font aux propositions de Chauveau. En effet, il est incontestable que la tension est plus forte au pôle positif qu'au pôle négatif, et nous croyons également que M. Chauveau a mal présenté quelques-unes de ses propositions. Mais, nous le répétons, la tension n'est pas tout dans l'excitation des tissus, et cette différence entre le pôle positif et le pôle négatif s'explique par d'autres raisons.

Il y a d'abord, dans beaucoup de cas, non pas l'influence de tel ou tel pôle, mais l'influence de la direction du courant. De plus, en ne tenant compte que de l'action locale des pôles, il y a entre ceux-ci des différences d'action mécanique, de mouvements moléculaires, d'échauffement, etc., qui certainement jouent un rôle important.

Faisons, en même temps, remarquer qu'il ne s'agit point ici de la différence d'action d'un courant d'avec un autre courant, mais bien de la différence qui existe entre les pôles d'un même courant. La question est donc autre, et lors même qu'on ne pourrait pas expliquer cette action différente du pôle positif et du pôle négatif, cela ne détruirait en rien les faits que nous avons exposés au sujet des courants induits et de l'extra-courant.

Néanmoins, si l'on considère les phénomènes qui accompagnent le passage d'un courant électrique, la différence d'excitabilité entre le pôle positif et le pôle négatif peut s'expliquer assez facilement.

Sans entrer dans la discussion de savoir si le courant est dû à une vibration ou à un flux de matière éthérée, il est certain qu'on peut affirmer qu'il est accompagné d'un mouvement moléculaire très énergique, constitué non par une décharge simple et continue, mais par une série de décharges partielles se succédant sans interruption.

Ces décharges successives ont plus d'intensité à leur point d'entrée (pôle positif), tandis qu'elles agissent sur une surface un peu plus grande à leur sortie (pôle négatif); l'agitation moléculaire est également plus violente au pôle négatif. Si on compare, comme l'ont fait plusieurs physiciens, le courant électrique à l'écoulement des liquides, il est certain que les manifestations électriques doivent différer suivant qu'elles ont lieu aux points de sortie ou d'entrée du fluide électrique. Il doit ainsi se produire une agitation beaucoup plus vive et plus tumultueuse lorsque le courant électrique sort d'un conducteur que lorsqu'il s'y introduit. Aussi la lumière, par exemple, est plus vive au pôle positif, tandis que la température est plus élevée au pôle négatif. Il y a au pôle négatif un mouvement moléculaire plus manifeste et, par conséquent, une action irritante beaucoup plus prononcée, et c'est ainsi que s'explique l'influence plus excitante, dans quelques cas, du pôle négatif.

Nous ferons encore remarquer que cette différence d'action des deux pôles a lieu principalement lorsqu'on agit directement sur les muscles, tandis qu'on observe souvent des phénomènes absolument opposés lorsqu'on électrise les nerfs.

Nous pouvons conclure, de toute cette discussion, que les différences d'action physiologique que l'on observe avec les divers courants induits dépendent toutes de conditions physiques. Les différences de tension jouent le principal rôle, mais, à côté de la tension, la quantité et la durée ont également une influence manifeste et sont, dans certains cas, la cause des différences que l'on observe dans les effets physiologiques.

Les faits suivants, que nous allons relater et que nous avons étudiés à ce propos, viennent encore confirmer ces propositions.

De la différence d'action physiologique des courants induits, selon la nature du fil métallique formant la bobine induite.

Nous avons recherché les différences que la nature du fil qui compose les bobines induites pouvait déterminer au point de vue physique et surtout au point de vue physiologique.

Nous avons fait faire, absolument dans les mêmes conditions, des bobines induites avec des fils de cuivre, des fils de plomb et des fils d'argentan.

Le diamètre du fil était le même, et la longueur de 210 mètres pour chacun de ces fils.

Toutes les bobines étaient construites de la même façon, et étaient influencées d'une manière identique par le courant inducteur.

Sur les nerfs et sur les muscles de l'homme sain, les effets de la secousse ont été différents selon la nature du métal, et l'on peut dire d'une manière générale que, lorsque le fil de la bobine induite est formé par un métal mauvais conducteur de l'électricité, la contraction est plus forte et l'im-

pression sur les nerfs cutanés moins vive qu'avec des fils bons conducteurs, comme le cuivre, par exemple.

Les effets sont d'autant plus marqués que la résistance extérieure est plus grande. Ainsi, en faisant passer le courant à travers de l'eau alcoolisée, et en le diminuant jusqu'à un minimum, lorsque les contractions musculaires n'ont plus lieu avec le courant de la bobine des fils de cuivre, on obtient encore, dans les mêmes conditions, des contractions avec le courant provenant de la bobine en fil d'argentan.

Sur les muscles superficiels, la différence entre les courants de la bobine de cuivre et ceux de la bobine d'argentan est beaucoup moins prononcée; elle s'accentue à mesure que l'épiderme est plus épais, ou que les muscles sont plus profonds.

L'impression déterminée par le courant des fils de plomb ou des fils d'argentan est moins vive, elle s'irradie moins loin sur les nerfs superficiels de la peau.

Sur les nerfs sensitifs, situés dans l'épaisseur des tissus, l'excitation est peut-être plus marquée que celle que donne le courant des fils de cuivre, mais elle a quelque chose de moins aigu et de moins lancinant.

Nous avons en même temps complété ces recherches en prenant sur les animaux le tracé des contractions musculaires provoquées par les courants de ces différentes bobines.

Les tracés ainsi obtenus indiquent d'une manière très nette l'action plus énergique du courant de la bobine d'argentan.

En employant un courant minimum et en expérimentant dans des conditions identiques, la courbe qui est formée par chaque contraction musculaire est bien plus élevée

pour la bobine d'argentan que pour la bobine de cuivre.

De plus, pour la bobine d'argentan, les contractions sont régulières et égales entre entre elles (fig. 29), et offrent toutes

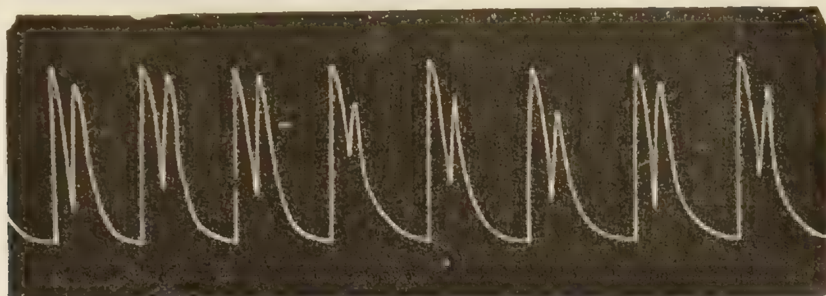


Fig. 29.

la double secousse due au courant de fermeture et à celui d'ouverture. (Nous avons employé comme interrupteur le mouvement du levier du métronome.)

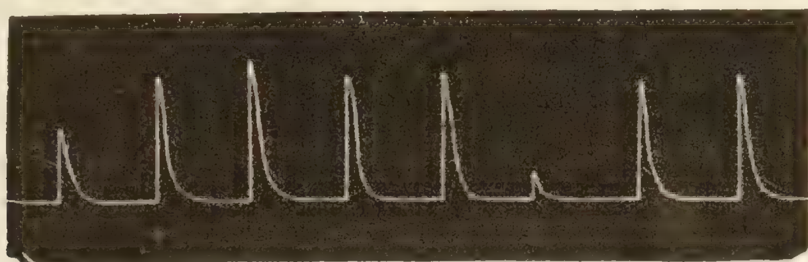


Fig. 30.

Le tracé obtenu avec la bobine de cuivre offre des contractions plus irrégulières (fig. 29 et fig. 30), car plusieurs

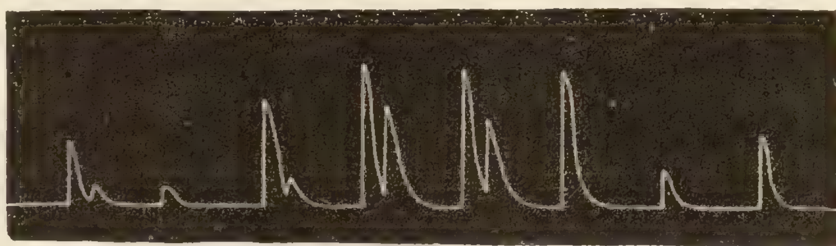


Fig. 31.

d'entre elles ne sont que légèrement prononcées, et il est rare qu'elles aient la double secousse. Ces différences sont d'autant plus marquées que l'on agit plus loin du muscle et à travers l'épiderme.

Si l'on enfonce les rhéophores dans le muscle dont on enregistre le graphique, la différence existe encore, mais

elle est bien plus faible (fig. 32 et fig. 33). Dans ce cas, le tracé que donne la contraction par la bobine de cuivre accuse également les deux secousses. La figure 32 représente

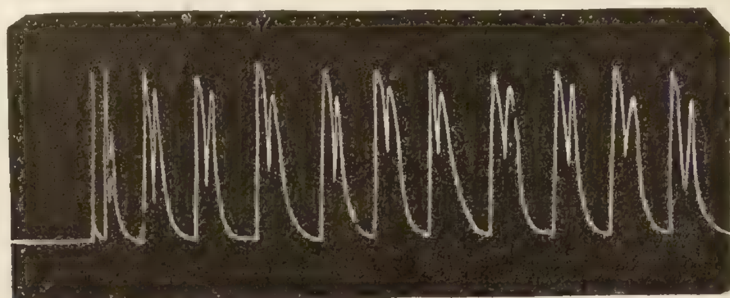


Fig. 32.

des contractions musculaires obtenues avec le fil d'argentan, tandis que, dans la figure 33, les contractions sont déterminées avec des fils de cuivre. On voit que les contractions, dans ce cas, diffèrent encore d'intensité; mais ces différences sont moins marquées que lorsqu'on place les rhéophores loin des muscles.

En étudiant ces tracés, on reconnaît encore que la se-

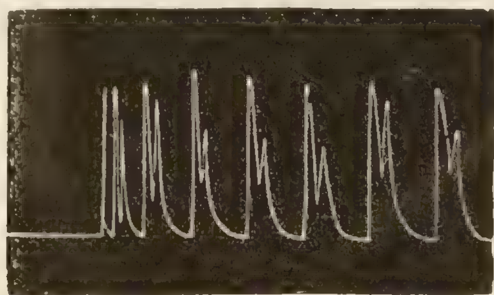


Fig. 33.

cousse déterminée par les fils de plomb ou d'argentan a une durée de temps un peu plus longue que celle de la secousse déterminée par les fils de cuivre.

Ces expériences prouvent que la tension dans ces conditions est plus forte pour les courants induits des fils de plomb ou d'argentan, et nous ferons en même temps remarquer que ces différences, au point de vue physiologique, se rapprochent de celles qui existent entre l'extra-courant et le courant induit proprement dit.

Si les courants des fils de plomb ou d'argentan ont, dans

ces conditions, une tension plus grande que le courant des fils de cuivre, ils ont par contre une quantité inférieure, grâce à la mauvaise conductibilité de ces métaux. Ainsi, en expérimentant avec ces mêmes bobines, tandis que le courant fourni par les fils de cuivre détermine sur un galvanomètre une déviation de 20 à 25 degrés, le courant fourni par des fils de plomb et d'argentan ne produit sur le même galvanomètre qu'une déviation d'un degré à un degré et demi.

Si nous nous reportons aux tracés ci-dessus, nous voyons qu'ils indiquent d'une manière incontestable que la tension a une action manifeste sur l'énergie des contractions musculaires, et que, lorsqu'on porte l'excitation à travers l'épiderme, sur les nerfs, la contraction est d'autant plus forte que la tension est plus grande.

Ce qui prouve encore mieux cette influence de la tension, c'est que, si l'on fait augmenter la longueur du fil de cuivre, de manière que la résistance soit la même pour la bobine à fil de cuivre et pour celle à fil d'argentan, les effets physiologiques sont les mêmes pour les deux bobines, au moins sous le rapport des contractions, car la sensibilité cutanée est toujours plus vivement excitée par les courants fournis par la bobine à fil de cuivre.

On voit également d'après ces tracés que, lorsqu'on agit directement sur les muscles, la différence est beaucoup moins prononcée, car la tension joue alors un rôle beaucoup moins important. Il n'est plus nécessaire, en effet, dans ce cas, d'avoir une pénétration plus ou moins grande, et l'excitation, quelle qu'elle soit, suffit pour provoquer la contraction.

Les sensations déterminées sur la peau varient également selon la nature des fils, et les faits que nous avons observés prouvent encore que cette sensation est souvent indépendante de la tension, puisqu'un courant ayant une

tension plus forte, détermine une impression moins douloureuse qu'un autre dont la tension est plus faible, mais dont la quantité est plus considérable.

Enfin, la rapidité de l'excitation doit également être considérée ; et l'on peut dire d'une façon générale que l'impression est d'autant plus vive que le courant a une durée plus courte.

Tous ces faits viennent à l'appui de ce que nous avons dit, à savoir que les différences d'action physiologique entre les courants induits dépendent uniquement des différences physiques qui existent dans la production de ces courants.

Il n'y a donc pas des propriétés différentielles entre l'extra-courant et le courant induit proprement dit, car on retrouve ces mêmes différences d'action entre des courants induits du même ordre, du moment que les conditions de tension, de quantité et de durée sont changées, ou bien, comme nous l'avons démontré, lorsque les fils qui forment les bobines induites sont de nature différente. Dans ce cas, en effet, la conductibilité n'étant plus la même, les courants produits ne sont plus identiques, et les différences que l'on observe sont les mêmes, que celles que l'on obtient dans les bobines de même nature, mais dont les fils diffèrent par leur longueur et leur épaisseur.

Nous ferons remarquer, en terminant, que, dans les appareils électro-magnétiques employés en médecine, il est plus avantageux d'employer des fils d'argentan que des fils de cuivre, car les fils d'argentan, avec une longueur égale, produisent des courants pénétrant plus profondément dans les muscles et déterminant sur la région cutanée des impressions moins douloureuses. Les courants induits des bobines à fils de cuivre ne sont préférables que dans les cas où l'on veut déterminer une forte révulsion, et une vive excitation sur les nerfs cutanés.

CHAPITRE III

DES ÉLÉMENTS ET DES APPAREILS A COURANT CONSTANT ET CONTINU

De la pile en général.

L'histoire de la découverte de la pile est trop connue pour que nous ayons à y insister. Disons seulement qu'après la découverte de la pile, le neveu de Galvani, Aldini, employa les courants voltaïques, dans le traitement des maladies, et qu'il obtint des résultats remarquables. Ce qu'il y a de certain, c'est que les observations physiologiques d'Aldini sont très exactes, et que nous devrons en tenir compte lorsque nous étudierons l'action de l'électricité sur les nerfs et sur les muscles.

Les courants d'induction, grâce à leur maniement plus facile, et surtout à l'énergie de leurs effets, firent complétement délaisser les appareils dans lesquels l'électricité, employée thérapeutiquement, provenait directement de la pile. — D'ailleurs la difficulté de maniement et d'entretien, l'inconstance de la pile, etc., étaient autant de raisons pour préférer les courants d'induction. Les courants continus tombèrent donc dans une défaveur complète, et ce n'est que dans ces dernières années qu'ils ont de nouveau été employés et qu'ils ont pris pied définitivement dans la thérapeutique médicale.

Hiffelsheim, en France, et, après lui, Remak, en Allemagne, furent les premiers qui proposèrent de nouveau l'emploi thérapeutique des courants continus.

Depuis Aldini la science d'ailleurs avait marché, et les physiciens mettaient au service des médecins des piles plus maniables et plus constantes. Après plusieurs essais, Hiffelsheim préféra pendant quelque temps, employer la pile au sulfate de plomb, et Remak modifia pour l'usage thérapeutique la pile de Daniell.

Nous reviendrons plus loin sur les différents appareils médicaux à courant continu; mais comme la base de tous ces appareils est la pile, il est nécessaire d'en indiquer les principes généraux.

La pile dont nous avons à parler ici est la pile hydro-électrique. Cette pile se compose constamment de liquide et de métaux mis en présence. Ce n'est point le contact de corps hétérogènes, comme le supposaient Volta et, après lui, Davy, qui est la cause de la production d'électricité, mais bien les actions chimiques qui se passent dans ces corps mis en présence. Ce fait a été démontré d'une manière incontestable, d'abord par Becquerel, puis par Pouillet, Schœnbeim, Faraday, de La Rive; et l'on peut dire, d'une manière générale, que toute action chimique est accompagnée de phénomènes électriques.

S'il est nécessaire de réunir deux métaux différents, c'est qu'il faut que l'action du liquide soit différente sur les deux parties du couple; sans cela, on aurait deux courants opposés qui s'entre-détruiraient. D'ailleurs, on peut obtenir des courants électriques avec un seul métal, en employant deux liquides qui agissent d'une manière différente sur deux parties distinctes de ce métal, et même, comme l'a découvert Becquerel, sans employer de métaux,

au moyen de mèches imbibées de certaines dissolutions.

Puisque l'action chimique est la source de l'électricité dégagée par un couple métallique, en doit évidemment chercher à associer deux métaux dont l'un soit fortement attaqué et dont l'autre ne soit point attaqué. Plus la différence d'action chimique sur ces deux métaux sera grande, plus la quantité d'électricité sera considérable. Le zinc est en général le métal que l'on emploie pour être attaqué, et pour le métal le moins attaqué on emploie le cuivre, le platine et enfin le charbon.

La pile voltaïque s'affaiblit assez vite lorsque son circuit est fermé. Cette diminution peut provenir en partie de l'altération du liquide sous l'influence de l'action chimique, mais elle provient surtout des dépôts qui se forment sur les lames métalliques et qui donnent lieu à des courants secondaires se dirigeant en sens inverse de celui de la pile et le détruisant en partie (Becquerel, Faraday).

En outre les couches déposées, surtout lorsqu'elles sont gazeuses, ont encore pour effet de séparer les lames métalliques du liquide, ce qui ralentit l'action chimique et forme un obstacle au passage de l'électricité du liquide dans le métal, ou réciproquement. Dans plusieurs piles, on a entouré le métal non attaqué de liquide propre à absorber les gaz qui viennent ainsi se rendre à l'un des pôles et qui par leur présence diminuent l'intensité de la pile. C'est cet usage que remplit l'acide azotique dans la pile de Bunsen.

Enfin il est un principe très important à retenir pour les médecins :

C'est que le métal le plus attaqué prend toujours l'électricité négative. Comme il est nécessaire pour les applications thérapeutiques de bien connaître la direction des

courants, il suffit, pour distinguer le signe des pôles de se rappeler ce principe général.

Les conditions qui sont nécessaires pour qu'une pile soit constante sont : que le dégagement du gaz soit évité ; qu'il n'y ai point, autant que possible, de changement chimique dans les liquides de l'élément ; que les surfaces métalliques ne soient point altérées par le dépôt de métaux nuisibles.

Les éléments employés en médecine sont : l'élément de Smée, l'élément de Daniell et ses diverses modifications, l'élément de Marié-Davy, l'élément au chlorure d'argent, etc., etc.

Un grand nombre de ces piles, quoiqu'elles aient été employées pour les applications médicales proprement dites, devraient être réservées pour les applications purement chirurgicales, ou pour faire marcher les appareils à courants induits. Ce sont toutes celles dont l'action chimique est très considérable et dont la pile de Bunsen est le type.

Élément de Smée. — Dans l'élément de Smée (fig. 34), les

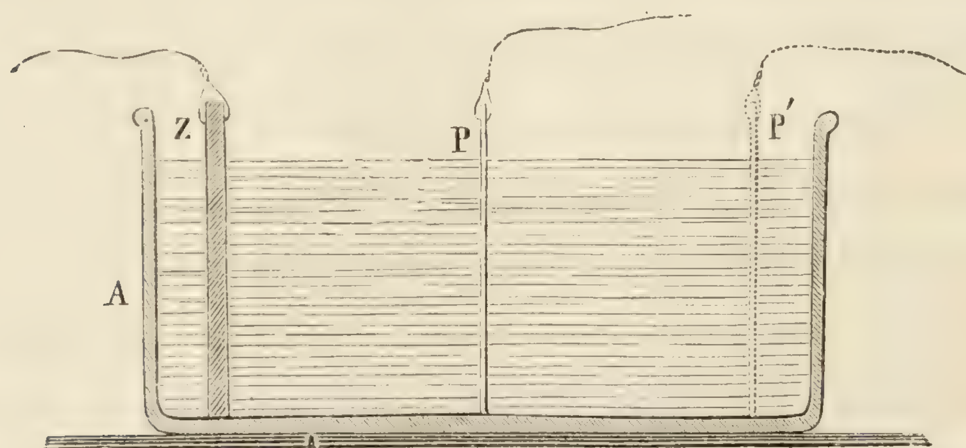


Fig. 34. — Élément de Smée.

Z, zinc amalgamé. — P, lame de platine dans la première position. — P', lame de platine dans la deuxième position.

deux métaux employés sont le zinc et le platine. Le zinc est amalgamé, pour éviter l'*action locale* qui affaiblirait le courant, et le platine est *platiné* (recouvert de poudre de platine)

pour empêcher l'hydrogène d'adhérer, ou plutôt pour que la couche d'hydrogène adhérente reste toujours la même. Cette pile n'est guère employée et nous ne la signalons que parce-qu'elle sert souvent, a cause de sa disposition, à bien étudier l'influence de la distance des métaux et celle de la membrane poreuse.

Élément de Bunsen. — L'élément de Bunsen (fig. 35) se compose, de dehors en dedans : d'un vase de verre ou de porcelaine, d'une lame de zinc amalgamé plongée dans de l'eau acidulée avec de l'acide sulfurique, d'un vase poreux, et d'un morceau de charbon plongeant dans de l'acide nitrique. M. Bunsen avait primitivement mis le charbon en dehors du vase poreux, c'est M. Archereau qui a modifié le couple de Bunsen tel qu'il est employé aujourd'hui.

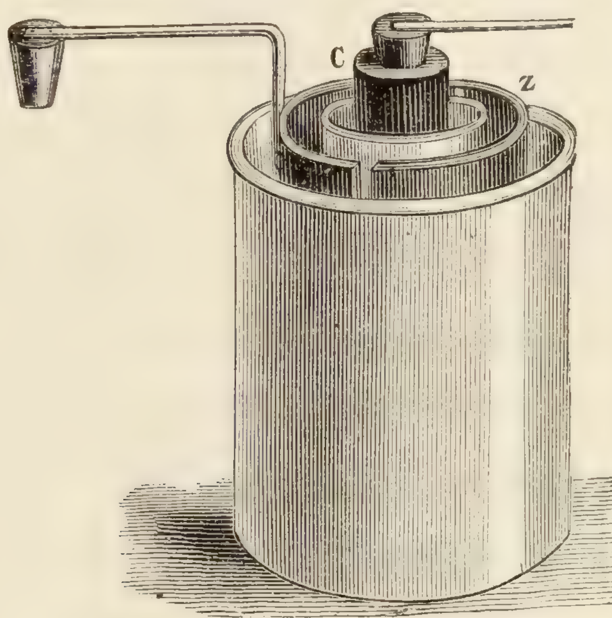


Fig. 35. — Élément de Bunsen.

M. P. Regnard a conservé le dispositif de la pile Bunsen, mais, en changeant les liquides, il a rendu cette pile plus pratique et plus constante. Pour cela, il met dans le vase extérieur une solution en excès de bisulfate de mercure; dans le vase poreux une dissolution de bi-azotate de mercure et

un excès de ce sel. Les sels de mercure sont décomposés et le mercure se dépose, mais ce dépôt pour le zinc est un avantage car il l'amalgame, et pour les dépôts qui ont lieu sur le vase poreux et qui sont souvent si incommodes pour les vases poreux, ils ne sont pas nuisibles, car par leur propre poids les molécules de mercure tombent au fond du vase et n'obstruent pas ainsi les pores. D'un autre côté, l'excès de sulfate et de nitrate de mercure se dissolvant à mesure de la partie déjà dissoute et les liquides demeurant toujours concentrés, la pile demeure d'une constance parfaite, aussi longtemps qu'il y a excès de sels. M. Regnard a présenté à la Société de biologie un élément de ce genre qui a fonctionné jour et nuit pendant vingt-deux jours.

Élément de Grenet. — M. Grenet a fabriqué une pile dont la disposition est très commode (fig. 36). Elle consiste en un flacon de verre contenant du bichromate de potasse dissous dans l'acide sulfurique et dans l'eau. Pour 100 grammes d'eau, on met d'ordinaire 10 grammes d'acide sulfurique et 5 grammes de bichromate de potasse. Dans ce flacon sont fixées deux lames de charbon qui communiquent au dehors et sont soutenues par une lame de gutta-percha qui couvre le flacon. Entre ces charbons, une lame de zinc amalgamé soutenue par une tige de cuivre peut être élevée ou abaissée. Dès que le zinc est immergé et dès que les pôles sont réunis, l'eau est décomposée, il se produit du sulfate de zinc, et l'hydrogène réduit le bichromate de potasse. L'acide chromique ainsi mis en liberté forme de l'oxyde de chrome qui s'unit à l'acide sulfurique pour former du sulfate de chrome. Cette pile est celle que nous préférons pour faire marcher les appareils d'induction de cabinet, mais nous remplaçons le bichromate de potasse et l'acide sulfurique par un sel préparé d'avance, dit sel exci-

tateur chronique, ou mieux par du bisulfate de mercure.

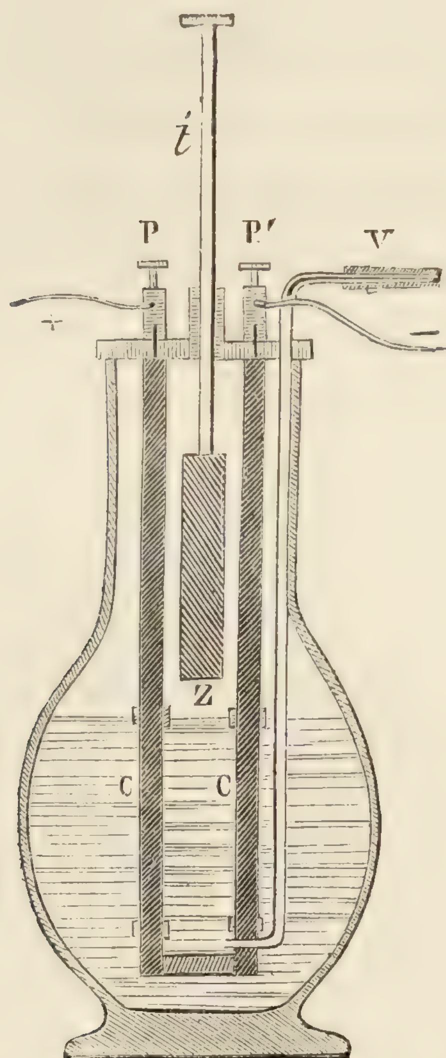


FIG. 36. — Élément de Grenet.

Dans ces conditions, la pile est très pratique pour la source d'électricité employée dans le cabinet médical.

Élément de Marié-Davy. — Il y a plusieurs éléments de Marié-Davy. Deux sont formés par des sels de mercure, un autre par le sulfate de plomb. La pile au sulfate de plomb est composée d'une lame de zinc, d'une lame de cuivre séparée de la lame de zinc par un vase poreux, et plongeant dans une dissolution de sulfate de plomb. Ces éléments ont été employés par Hiffelsheim.

Les deux éléments aux sels de mercure sont, l'un au bisulfate de mercure, et l'autre au protosulfate. Ces deux éléments renferment chacun une lame de zinc et un morceau de charbon. L'avantage qu'ils présentent, c'est que,

pendant l'action de la pile, le zinc se trouvant en présence du mercure libre s'amalgame de lui-même et constamment. Les produits de la décomposition du sulfate de mercure sont de l'acide sulfurique, de l'oxygène, dont s'empare l'hydrogène naissant, du mercure métallique et un oxyde de mercure qu'on trouve au fond du vase poreux.

Le bisulfate de mercure est plus soluble que le protosulfate, et comme il renferme en même temps plus d'acide sulfurique, l'élément au bisulfate est bien plus intense et offre, à un moment donné, une plus grande quantité d'électricité que l'élément au protosulfate. Aussi cet élément est-il employé en médecine, surtout pour faire marcher les appareils d'induction. M. Ruhmkorff a récemment modifié cet élément et lui a donné la forme de l'élément de Grenet, Sous cette forme, il rend de grands services et offre une constance assez grande, et de plus les autres avantages de l'élément de Grenet. M. Ruhmkorff a même fait un appareil à courant constant avec la pile au bisulfate de mercure, mais cet appareil est mauvais comme appareil à courant continu.

Pile au chlorure d'argent. — La pile au chlorure d'argent est employée par M. Gaiffe pour les appareils à courant continu. Nous avons déjà donné la description de cette pile en décrivant les appareils d'induction (fig. 12). Celle qui est employée dans les appareils à courant continu ne diffère de cette dernière que par une surface de zinc moins grande, afin de développer une action chimique moins considérable.

Pile Léclanché. — Cette pile, qui est très employée dans le commerce, et qui est la pile type pour certains usages tels que les sonnettes électriques, se compose : d'un vase extérieur en verre (fig. 37), d'un bâton ou d'une lame de zinc, d'un prisme de charbon entouré d'un mélange de pe-

roxyde de manganèse et de coke concassé. Ce mélange est enfermé dans un vase poreux.

La pile se charge en versant dans le vase intérieur une solution concentrée de chlorhydrate d'ammoniaque, jusqu'aux deux tiers de sa hauteur environ. En mettant dans le vase un excès de sel, il entre en dissolution au fur et à

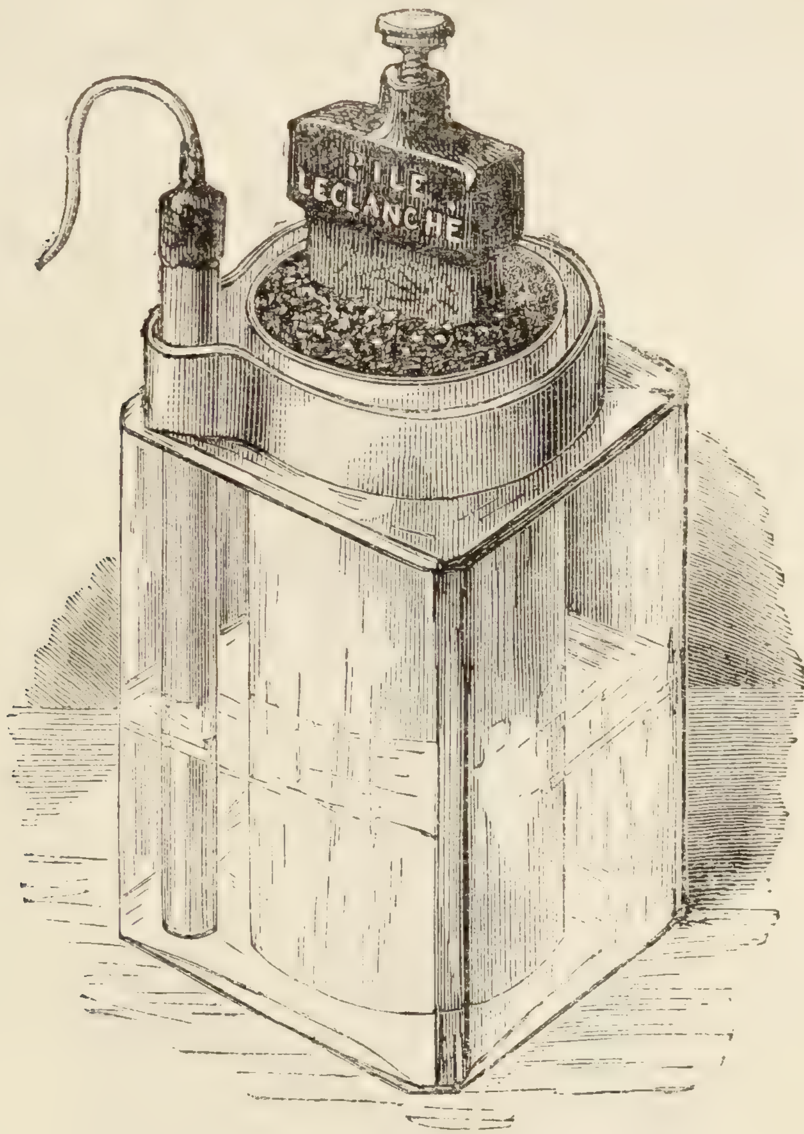


Fig. 37. — Pile Léclanché.

mesure de l'usure. Au moment où l'on ferme le circuit, on obtient les réactions suivantes : l'eau et la solution de chlorure d'ammoniaque se décomposent, le chlore se combine avec le zinc, l'hydrogène est absorbé par l'oxygène du peroxyde de manganèse, et l'ammoniaque est mise en liberté. Lorsque l'eau en est saturée, l'ammoniaque s'échappe dans l'atmosphère.

Cette pile ne s'use que lorsque le circuit est fermé. Quels que soient le nombre et la durée des expériences, elle fournira un travail dont la durée totale est de 120 à 130 heures, sans avoir besoin d'être rechargée.

Cette pile se polarise facilement, mais ce n'est pas seulement cet inconvénient qui nous l'a fait rejeter pour les appareils à courants continus, c'est principalement l'intensité de son courant, car les piles de ce genre, même à petite surface, ont une action chimique encore trop considérable.

Pile au chlorhydrate d'ammoniaque et au sesquioxyde de fer de Clamond et Gaiffe (fig. 38). — Ce couple se compose

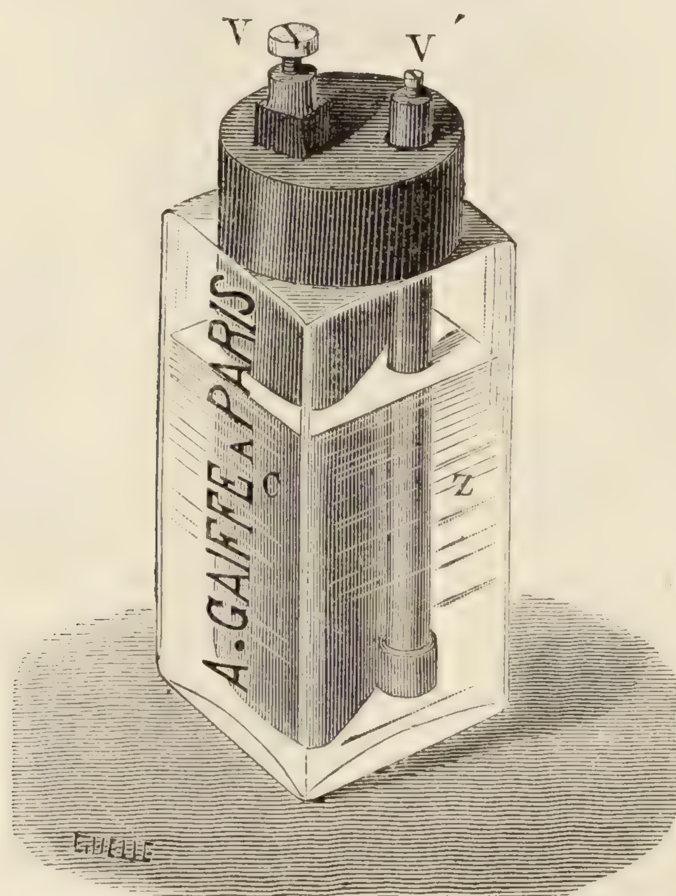


Fig. 38. — Pile de Clamond et Gaiffe.

C, prisme de charbon poreux; Z, bâton de zinc amalgamé ; V, V', vis de pression qui servent à établir les communications des couples entre eux.

d'un prisme ou d'un agglomérat de charbon et d'un bâton ou lame de zinc amalgamé. Pour le charger, on dépose dans les pores du charbon du sesquioxyde de fer, et on remplit aux deux tiers d'une solution concentrée de chlorhydrate

d'ammoniaque le vase qui contient les éléments du couple.

Ce couple, dont la théorie est la même que celle du couple Leclanché, ne diffère de ce dernier que par la substitution du sesquioxyde de fer au peroxyde de manganèse.

Ce nouveau dépolarisateur ne s'épuise pas; il a la propriété de reprendre à l'air, pendant les temps de repos, l'oxygène qu'il a abandonné pendant la marche de la pile.

Par suite, l'entretien de la pile se réduit à remplacer de loin en loin la solution de chlohrydrate d'ammoniaque et le zinc.

Le couple au sesquioxyde de fer ne s'use pas lorsque son circuit est ouvert.

L'action chimique du courant est assez faible et sa constance est très grande. Dans les applications médicales, une batterie portative peut fournir deux ou trois heures, et une batterie de couples moyens peut fournir huit ou dix heures de travail journalier sans qu'il y ait polarisation et affaiblissement du courant. M. Gaiffe emploie également le chlorure de zinc, pour des éléments de ce genre.

Pile Faucher. — Cette pile se compose essentiellement d'un vase de porcelaine émaillée, de forme rectangulaire; il est divisé intérieurement en deux compartiments égaux par une cloison verticale présentant une échancrure à sa partie supérieure (fig. 39). Le liquide excitateur occupe un des compartiments, et la pile proprement dite, c'est-à-dire le couple zinc et charbon, occupe l'autre compartiment. En inclinant le vase dans le sens du couple, le liquide excitateur pénètre dans le second compartiment et par son contact avec ce couple, donne lieu à une production d'électricité. Si l'on veut empêcher la production de l'électricité, on n'a qu'à incliner le vase en sens inverse et le liquide revient dans le premier compartiment : toute action chimique est alors suspendue. Grâce à cette ingénieuse disposition, la pile

peut être chargée longtemps d'avance, et, de plus, le liquide n'étant en contact avec le zinc que pendant la durée du passage du courant, il ne s'épuise que lentement et l'on peut faire un long usage de la pile sans avoir à la renouveler.

Ajoutons à tous ces avantages qu'elle est d'un transport facile grâce à son petit volume, et qu'elle peut être appliquée à tous les appareils d'induction. On l'a également employée pour des appareils à courants continus, mais elle a une trop grande intensité pour cet usage.

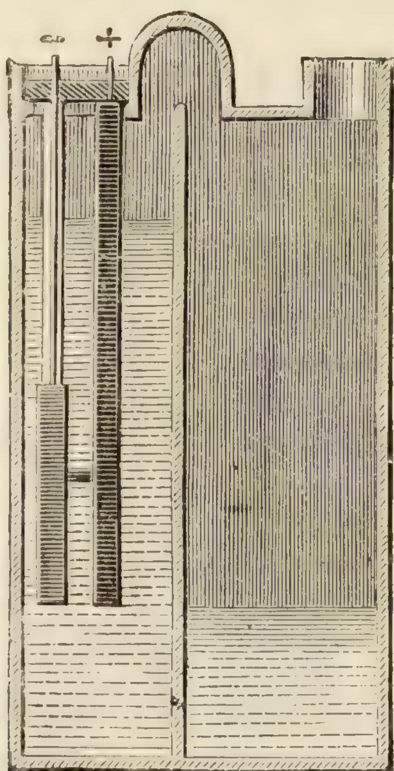


Fig. 39. — Pile Faucher.

Cette pile a été modifiée par M. Chardin afin d'en rendre l'usage plus pratique.

Pile Chardin. — Cette pile se compose essentiellement d'un vase de porcelaine, émaillée ce qui la rend très facile à entretenir, et lui donne un aspect propre et agréable (fig. 40).

Elle est partagée en deux compartiments A et B par une cloison horizontale percée de petits trous. Le liquide occupe le compartiment inférieur B, tandis que les éléments zinc

et charbon émergent du compartiment A par deux pointes de platine + et —.

Une cloison verticale C vient former un petit compartiment particulier ayant deux orifices : l'un, E, qui sert à l'introduction du liquide et qui est fermé par un bouchon de caoutchouc, l'autre D, qui permet l'échappement des gaz produit pendant l'action. En plaçant la porcelaine sur son côté F G, le liquide sort de sa case B par les trous du plancher et vient baigner les éléments zinc et charbon; l'appareil fonctionne. Dans ce mouvement, la cloison C a empêché le liquide de venir dans le petit compartiment et d'avoir accès dans le trou capillaire D. Le niveau du liquide s'établissant d'ailleurs suivant une parallèle à F G, laisse libre un certain nombre de trous du plancher vers la cloison C, les gaz peuvent donc facilement s'échapper en descendant dans le compartiment B pour remonter ensuite par le petit compartiment.

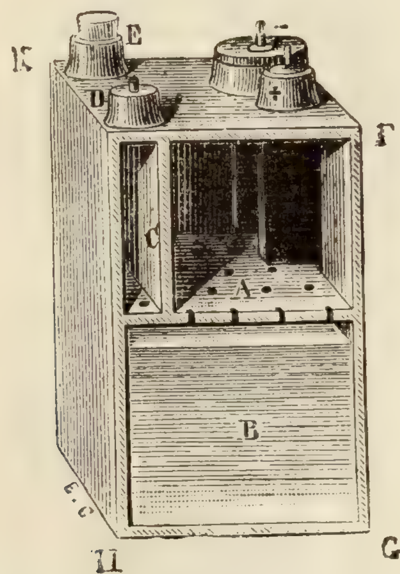


Fig. 40. — Pile Chardin.

En remettant la pile dans sa situation normale, c'est-à-dire en H G, le liquide tombe dans son compartiment particulier et la pile est à l'arrêt.

Pile Daniell et ses modifications.

Élément de Daniell (fig. 41). — L'élément de Daniell est formé par deux métaux et deux liquides différents. Les deux métaux sont, d'une part, le zinc et le cuivre, et les deux liquides sont l'eau acidulée par l'acide sulfurique, et une

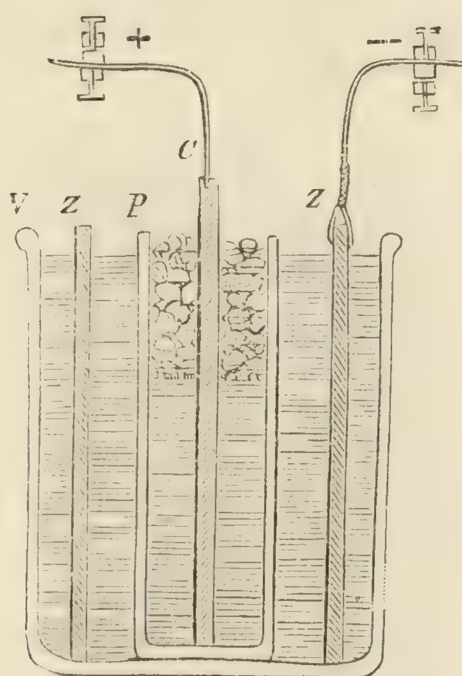


Fig. 41. — Élément de Daniell.

solution de sulfate de cuivre. — Il n'y a pas d'action chimique tant que le circuit est ouvert (théoriquement), mais dès qu'il est fermé, le zinc est attaqué par l'acide, et il se forme du sulfate de zinc; l'hydrogène de l'eau décomposée arrive dans le sulfate de cuivre, s'empare de l'oxygène de l'oxyde de cuivre, et le cuivre se décompose sous forme pulvérulente sur la lame inactive, c'est-à-dire sur la lame de cuivre.

Pour obtenir une action constante, il faut que les dissolutions ne se modifient pas. Pour cela on a employé différents procédés, dont le principal consiste à faire plonger dans le vase poreux où se trouve le cuivre et la dissolution de sulfate

de cuivre un ballon en forme de poire rempli de cristaux de sulfate de cuivre.

M. Gaiffe a récemment fait une modification heureuse à la pile Daniell en vue de supprimer, lorsque son circuit est ouvert, la réaction du zinc sur le sulfate de cuivre. Ce résultat, qui est presque complètement atteint par le dispo-

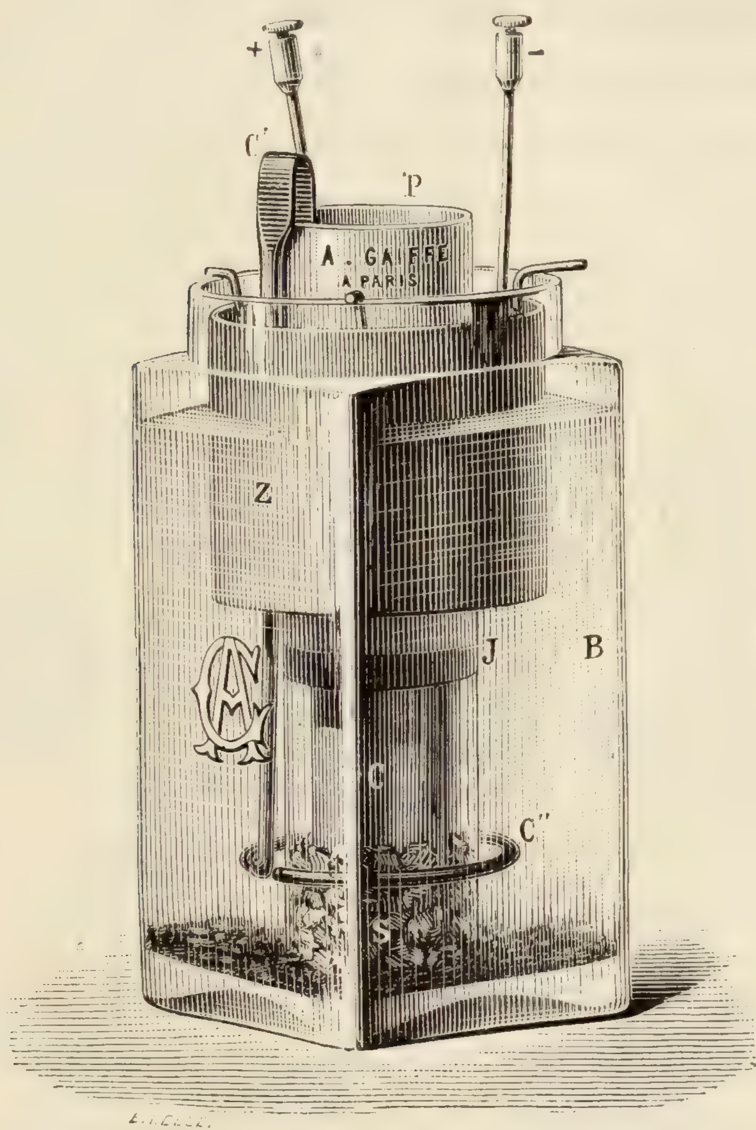


Fig. 42. — Pile de Daniell, modifiée par M. Gaiffe.

sitif ci-contre (fig. 42), rend la marche du couple plus régulière en même temps qu'il en diminue la dépense.

L'appareil se compose : 1° d'un bocal de verre B, à la partie supérieure duquel est suspendu un zinc *z*, 2° d'un vase central P formé d'une partie poreuse PJ, et d'une partie non poreuse JS, constituée par un verre à bord

ordinaire ; 3° enfin d'un cylindre de cuivre C contenu dans le vase central dont un prolongement $c'c''$, recourbé en dehors de ce vase, plonge jusqu au fond du bocal B et se termine par un anneau.

Le couple se charge à l'aide d'une solution concentrée de sulfate de magnésie et de quelques cristaux de sulfate de cuivre qui se voient en S, au fond du vase central.

En se dissolvant, le sulfate de cuivre sature d'abord le liquide contenu dans la partie JS du vase central ; et lorsque le liquide cuprique s'élève au-dessus de la ligne F, il traverse le vase poreux et tombe, de par sa densité, au fond du bocal B, en dehors de la sphère d'action du zinc. Mais ce transvasement du sulfate de cuivre s'opère lentement ; et on peut laisser le circuit de la pile ouvert des semaines entières, avant qu'aucun dépot de cuivre s'aperçoive sur le zinc.

Lorsqu'on ferme son circuit, ce couple présentant moins de résistance intérieure entre z et c'' qu'entre z et c réduit d'abord le sulfate de cuivre qui tombe au fond du bocal B, dont la liqueur reprend bientôt toute sa pureté ; ensuite l'action se continue comme dans un couple ordinaire de Daniell.

L'incrustation du vase poreux par le cuivre est évitée en rendant impossible, au moins pour fort longtemps, tout contact entre ce vase et l'élément cuivre du couple.

Élément de Remak. — L'élément de Remak n'est autre que la pile de Daniell modifiée. On emploie absolument les mêmes métaux et les mêmes liquides, seulement la disposition du vase poreux est différente, et les résistances dans l'élément sont augmentées par l'interposition d'une masse de papier mâché. La disposition de l'élément de Remak est représentée dans la figure 43. On voit que le pôle de cuivre

est composé d'une tige de cuivre *a*, qui présente à sa terminaison plusieurs bifurcations. Ce métal plonge dans une dissolution de sulfate de cuivre. Au dessus de cette dissolution se trouve, en forme de plafond conique, une lame de vase poreux, prolongé par un tube de verre *b*. Sur le vase poreux est placée une couche de 4 à 5 centimètres de papier mâché sur laquelle repose le zinc.

C'est une modification à peu près analogue que M. Trouvé a faite à des éléments qui composent un petit appareil portatif. Le zinc et le cuivre, comme dans l'élément de Remak,

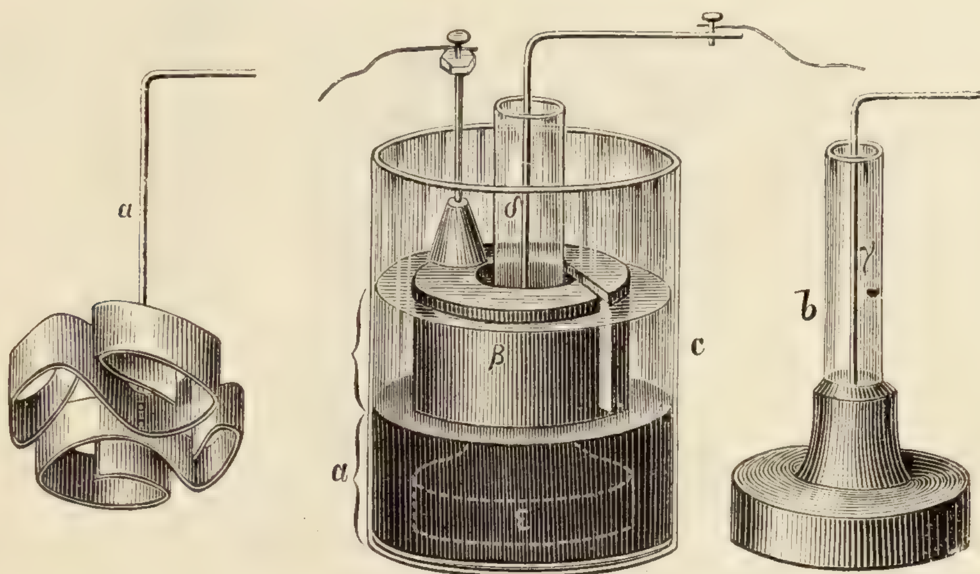


FIG. 43. — Élément de Remak.

sont séparés par une masse de papier, seulement ce papier est imprégné directement d'une solution de sulfate de cuivre.

Élément Callaud. — Cet élément ne diffère de l'élément Daniell que par la suppression du vase poreux.

Le sulfate de cuivre étant plus dense que l'eau ordinaire ou que l'eau chargée de sulfate de zinc, tombe au fond du vase et reste en contact avec le cuivre, qui est maintenu au fond du vase.

Il faut évidemment que les éléments restent absolument en place pour que le courant soit constant, et aussi pour que l'action chimique ne devienne pas trop intense, car dès que

la solution de sulfate de cuivre est en contact avec le zinc, la production d'électricité devient très considérable.

Cette pile est très avantageuse sous bien des rapports : elle est peu coûteuse, et elle est très simple, car il est impossible de réduire une pile à moins de parties.

Élément Onimus. — Nous avons cherché à utiliser la pile de Daniell qui, de toutes les piles, est celle que nous préférons pour l'usage médical, en la rendant à la fois moins active et plus portative, sans rien changer à sa constance.

Pour cela nous avons remplacé le vase poreux par un

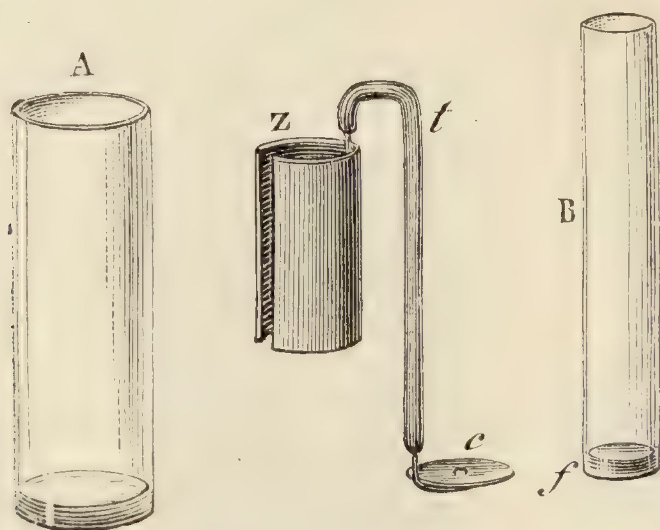


Fig. 44 — Élément Onimus.

tube en verre, dont la surface inférieure seule est en communication avec le liquide du vase extérieur.

La pile se compose : d'un vase extérieur en verre A (fig. 44) renfermant un petit cylindre de zinc (Z) et une tige de cuivre terminée par une plaque de cuivre (c). De plus, dans le milieu du vase et entouré par le zinc, plonge un tube en verre B ouvert par ses deux bouts, mais dont l'ouverture inférieure est fermée par une substance poreuse *f*. Nous avons choisi à dessein, comme substance poreuse, la bourre de fusil, calibre 24, afin qu'il fût facile à tout le monde de la remplacer lorsqu'il en serait besoin. C'est dans ce tube en verre B que l'on met les cristaux de sulfate

de cuivre, et la pile est alors représentée par la disposition de la fig. 45.

Pour faire marcher la pile, il suffit de verser de l'eau ordinaire dans le vase extérieur et dans le tube où se trouvent les cristaux, de manière que le niveau de l'eau atteigne à peu près le bord supérieur du zinc, comme cela est représenté fig. 45, où la ligne *x y* indique la hauteur que doit

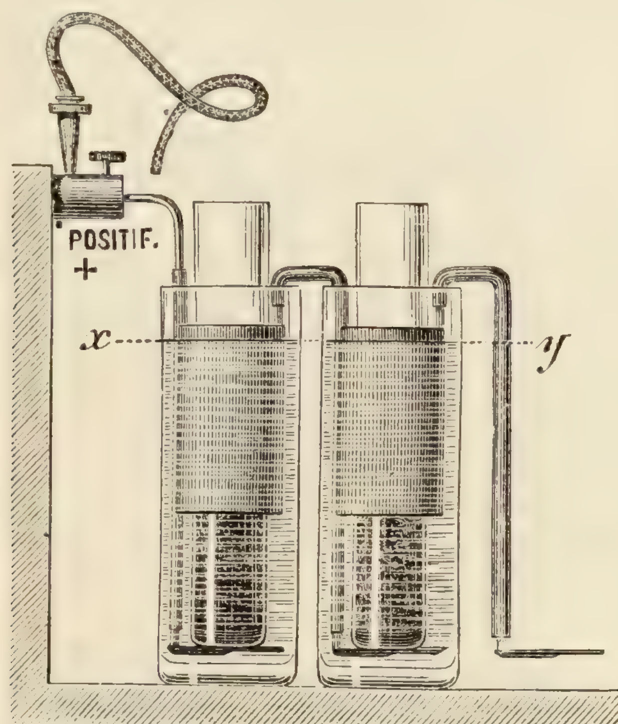


Fig. 45. — Pile Daniell, modifiée par Onimus.

atteindre le niveau de l'eau. Deux pipettes pleines d'eau suffisent, en général, pour chaque élément.

Le courant est établi d'une façon constante au bout de quelques heures, et la pile marche alors régulièrement pendant plusieurs mois. A de rares intervalles, il suffit d'ajouter quelques gouttes d'eau et d'examiner les tubes pour voir s'ils contiennent encore des cristaux de sulfate de cuivre et en remettre quelques-uns dans les tubes où ils ont disparu.

Des effets chimiques de la pile. — De leur importance en électrothérapie.

Avant d'indiquer les différents appareils à courant continu, nous voulons montrer leur raison d'être et les conditions qu'ils doivent remplir d'après les propriétés spéciales de toute pile voltaïque.

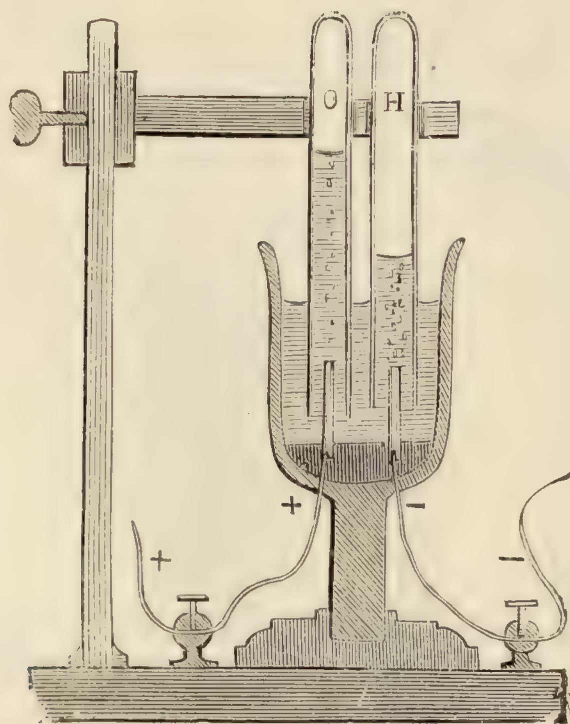


FIG. 46. — Voltamètre.

L'effet chimique est évalué par le voltamètre, petit appareil qui se compose d'un vase de verre traversé par des fils métalliques dont les extrémités qui sortent en dedans sont de platine (fig. 46). Ces fils, isolés l'un de l'autre, sont mis en communication par leur partie extérieure avec les électrodes d'une pile. Le vase contient de l'eau, et dès que le circuit est fermé on voit partir, de chaque point des fils de platine, de petites bulles de gaz que l'on recueille dans des éprouvettes placées au-dessus. L'hydrogène se dégage au pôle négatif, l'oxygène au pôle positif. Selon la plus ou moins grande quantité de ces gaz qui se dégagent en un

temps donné on peut juger l'intensité et par suite les effets chimiques d'une pile. Cette décomposition de l'eau par l'électricité montre en effet, que les courants, en traversant un corps composé, peuvent le décomposer. Les résultats dépendent à la fois du nombre et de la grandeur des éléments de la pile; il en faut un certain nombre pour vaincre l'affinité chimique et pour faire commencer la décomposition; une fois ce nombre réalisé, la décomposition est d'autant plus rapide que les éléments ont une plus grande surface.

L'inconvénient d'une trop grande intensité de la pile est la désorganisation de la peau, ce qui est non seulement très douloureux, mais empêche en même temps d'appliquer plus tard le courant sur les régions électrisées dans les premières séances. De plus, la désorganisation que l'on a produite devient le siège et le point de départ de phénomènes d'inflammation.

Les effets chimiques de la pile résultant d'une grande intensité de courant sont utilisés en médecine, mais alors dans le seul but de détruire les tissus vivants. Nous y reviendrons nécessairement dans les applications de l'électricité à la chirurgie; mais en dehors de ce cas spécial, il est important d'insister sur ce point : *que les piles employées en médecine doivent avoir des effets chimiques très faibles*, en d'autres termes une intensité relativement faible.

Il ne faut cependant point conclure de cette proposition que les effets chimiques n'aient qu'une influence défavorable; car ils agissent également d'une manière avantageuse sur les phénomènes de nutrition. Ceux-ci étant dus à des échanges moléculaires, à des combinaisons et à des décombinaisons entre les différents principes organiques, il est évident que la propriété qu'ont les courants électriques de

favoriser les actions chimiques peut avoir, sur l'organisme, dans beaucoup de cas, une influence très salutaire. Mais il faut que ces effets chimiques de la pile ne soient que très faibles, afin qu'ils ne puissent désorganiser l'épiderme quand on y applique les électrodes.

Sans produire une désorganisation réelle, les courants continus employés en médecine provoquent très souvent l'apparition de petites vésicules caractéristiques. Ces vésicules, d'un diamètre de 1 à 2 millimètres, sont formées par une petite élévation ronde, déprimée à son centre par une petite plaque grise. Souvent cette tache grise apparaît seule, elle forme alors une dépression dans la peau, s'infiltre d'un liquide sous-épithélial, et se transforme en une eschare brune.

Ces petites vésicules souvent disparaissent promptement, mais la plupart du temps elles donnent lieu à de petits centres inflammatoires, laissant une cicatrice rouge et assez lente à disparaître. Quelquefois, mais bien rarement, ces petites vésicules sont la cause de furoncles ; nous n'avons observé ce fait que deux fois.

Ces vésicules apparaissent pendant l'électrisation même, *mais seulement dans les points en contact direct avec le pôle négatif.* Le tempérament ou plutôt l'état de santé ont une grande inflence sur leur production, car elles apparaissent surtout chez les personnes dont le système nerveux est profondément altéré. Ce n'est pas là une action chimique proprement dite, mais cependant ce n'est qu'avec des courants continus que l'on observe la production de ces vésicules.

— La valeur d'une pile dépend de la force électro-motrice de l'élément et du nombre de ceux-ci. Plus la force électromotrice d'une pile est grande, plus facilement les courants pourront traverser des corps mauvais conducteurs, et plus

facilement aussi ils pourront pénétrer ceux-ci profondément. Comme nous aurons à revenir souvent sur les propriétés des courants électriques, il importe de les bien définir.

LOIS DES COURANTS ÉLECTRIQUES

I. — **Force électro-motrice.**

Les réactions chimiques qui développent dans la pile, les électricités de signes contraires aux deux pôles se différencient dans chaque type d'élément.

Un fait d'expérience, c'est que pour un type donné défini par un ensemble de réactions identiques, *la différence des tensions électriques positive et négative aux deux pôles, est constante*, quelles que soient les dimensions des vases et l'étendue des surfaces de réactifs mis en présence. Pour un autre ensemble de réactions chimiques, c'est-à-dire pour un autre type d'élément de pile, la différence des tensions aura une valeur différente, mais cette valeur se conservera dans tous les dispositifs variables qui se rattacheront au type correspondant.

De là la notion d'une caractéristique spéciale à chaque élément, la *force électro-motrice* ou différence des tensions électriques positive et négative aux deux pôles.

II. — **Résistance intérieure.**

Les électricités positive et négative qui se dégagent aux pôles par l'effet des réactions chimiques se combinent à travers le conducteur qui réunit ces deux pôles. Cette combi-

naison des deux fluides (pour parler le langage figuré) donne naissance au *courant* ou *flux d'électricité* à travers le conducteur.

Supposons d'abord que ce conducteur soit formé d'un fil de cuivre de très faible longueur et de très grande section, l'observation nous apprendra que, pour un type de pile donné, c'est-à-dire possédant une force électro-motrice invariable, le *flux* ou l'*intensité du courant* augmentera ou diminuera suivant que les dimensions des plaques métalliques composant la pile seront *plus grandes* ou *plus petites*, suivant aussi que leur distance sera *plus petite* ou *plus grande*.

La recombinaison des fluides est plus facile dans le premier cas, elle éprouve plus de *résistance* dans le second.

De là, la notion d'une autre caractéristique spéciale à l'élément, celle-ci *indépendante des réactions chimiques*, déterminée seulement par les éléments *géométriques* (dimensions et distances des plaques constituant les électrodes) et par un élément *physique* (*conductibilité*), exprimant en quelque sorte la perméabilité électrique du milieu traversé par le courant, comme le terme analogue sert à définir le flux calorifique dans une barre métallique chauffée à l'une de ses extrémités.

Cette deuxième caractéristique peut algébriquement mesurer la perméabilité électrique ou son inverse : la difficulté offerte au passage ; c'est sous cette dernière forme qu'elle est le plus souvent considérée ; on la nomme alors *résistance intérieure*.

Sans entrer encore dans le détail des éléments *géométriques* et *physiques* qui entrent dans son expression mathématique, nous pouvons dès à présent nous rendre compte de ce que l'on peut appeler la *valeur d'une pile*.

III. — Intensité. Loi de Ohm.

Il y a pour cela un guide certain, une loi physique extrêmement importante, la loi de Ohm. La valeur d'une pile est mesurée par l'*intensité* du flux électrique qui la traverse, lorsque les deux pôles sont réunis par le conducteur spécial que nous avons indiqué. La loi de Ohm établit une relation des plus simples entre les trois termes :

Intensité..	I
Résistance intérieure..............................	r
Force électro-motrice..............................	E

Cette relation s'écrit :

$$I = \frac{E}{r} \qquad (1)$$

En langage ordinaire : le courant est en raison *directe* de la force électro-motrice, en raison *inverse* de la résistance intérieure.

IV. — Travail. Loi de Joule.

On exprime encore la valeur d'un élément en invoquant une autre loi physique qui complète celle de Ohm, c'est la loi de Joule.

Dans le courant électrique on peut considérer, en dehors du flux d'électricité, la chaleur qui est véhiculée avec lui et a sa source, comme lui, dans les réactions chimiques :

La loi de Joule établit une relation très simple aussi entre les trois termes :

Chaleur totale dégagée dans le circuit..............	Q
Intensité...	I
Force électro-motrice...............................	E

Cette relation s'écrit :

$$Q = EI \qquad (2)$$

En langage ordinaire : la chaleur totale dégagée, mesurée en calories, est en raison *directe* de la force électro-motrice et de l'intensité de la pile.

On sait aujourd'hui qu'il y a un rapport *d'équivalence* entre la *chaleur* et le *travail :* une *calorie équivalent à* 425 *kilogrammètres environ.* L'expression

$$Q = EI$$

servira à déterminer le *travail mécanique* du courant, aussi bien que son *effet calorifique ;* on passera d'une évaluation à une autre en multipliant ou divisant Q par l'*équivalent mécanique* de la chaleur.

Faisons remarquer encore qu'à cause de la première relation

$$I = \frac{E}{r}$$

on peut écrire la seconde indifféremment sous l'une des trois formes algébrique équivalentes.

$$Q = EI$$

$$Q = \frac{E^2}{r}$$

$$Q = Ir^2$$

Dans l'étude des problèmes on préférera l'une ou l'autre suivant la façon dont l'observation aura été conduite ; les instruments pouvant, suivant le dispositif admis, mesurer directement les unes ou les autres des quantités entrant dans les formules : travail, chaleur, intensité, force électro-motrice, résistance intérieure.

V. — Mesure des courants.

Ceci nous amène à l'indication de quelques instruments de mesure. Au point de vue médical, nous nous bornerons aux mesureurs de l'*intensité*.

Jusqu'ici cette expression n'a représenté pour nous que le *flux électrique*, matérialisation hypothétique du phénomène du courant. Pour entrer dans le vif de la question, il faut chercher dans les manifestations extérieures du courant non-seulement la preuve de son existence mais encore le moyen de le jauger.

On mesure l'intensité par la déviation de l'*aiguille aimantée* du *galvanomètre :* on a varié à l'infini les dispositions données à ces instruments pour faciliter les opérations. Nous sortirions du cadre de ce traité en faisant une digression, même très abrégée, sur ce sujet. Le praticien a généralement à sa disposition un appareil gradué par le constructeur, il a ainsi dans les mains tout ce qui lui est nécessaire pour faire des comparaisons et établir des rapports. Les recherches scientifiques visent plus haut, un enseignement spécial doit faire connaître l'outillage approprié.

Un autre mesureur d'intensité est le *voltamètre* déjà décrit. Il offre ce précieux avantage que *toujours* ses indications (quantité d'hydrogène et d'oxygène mises en liberté) sont *rigoureusemant proportionnelles à l'intensité du courant.* En outre les quantités d'oxygène et d'hydrogène mises en liberté sont entre elles dans le rapport des équivalents chimiques. C'est là un lien solide que Faraday a créé entre la chimie et la science électrique.

VI. — Résistance extérieure.

Nous pouvons faire un pas en avant. L'élément de pile

que nous avons étudié n'est pas destiné à travailler sur lui-même ainsi que nous l'avons supposé ; le courant qu'il fournit doit vaincre des *résistances extérieures* où il développe ses effets ; c'est là que nous trouvons le domaine des applications médicales.

Mais il nous faut rester encore dans la région de la physique pour préciser quelques notions.

Lorsqu'on substitue au conducteur interpolaire, que nous avons imaginé précédemment, un fil métallique long et mince, on constate une diminution notable dans l'intensité du circuit ; on observerait le même fait en remplaçant le fil métallique interpolaire par une colonne liquide ou un conducteur plus complexe, tel qu'un membre ou le corps entier.

L'effet de cette *résistance extérieure* pour amener la diminution de l'intensité se trouve compris dans la loi de Ohm. Dans la formule

$$I = \frac{E}{r}$$

il faudra ajouter au dénominateur le terme R correspondant à cette résistance extérieure du conducteur interpolaire et nous aurons ainsi une expression générale :

$$I = \frac{E}{r + R}$$

applicable à tous les cas, pourvu que nous ayons exprimé les termes r et R en unités de même nature.

Il est important de faire ici une remarque relativement à la mesure de l'intensité. Celle-ci est constante dans toute l'étendue du circuit, c'est la même quantité d'électricité qui passe par unité de temps entre deux tranches infiniment voisines du conducteur. On peut donc la mesurer dans la

partie intérieure du circuit comme dans la partie extérieure, on la trouvera la même en tous les points. C'est là une propriété fondamentale du courant électrique lorsqu'il est *continu* c'est-à-dire à l'*état permanent* ou de *régime*. Les courants interrompus, alternatifs ou de même signe, n'obéissent pas à cette loi.

VII. — **Accouplement des éléments.**

En étudiant la nouvelle formule

$$I = \frac{E}{r + R}$$

nous éprouvons presque un désappointement ; lorsque nous emploierons la pile à vaincre une résistance extérieure R sup-

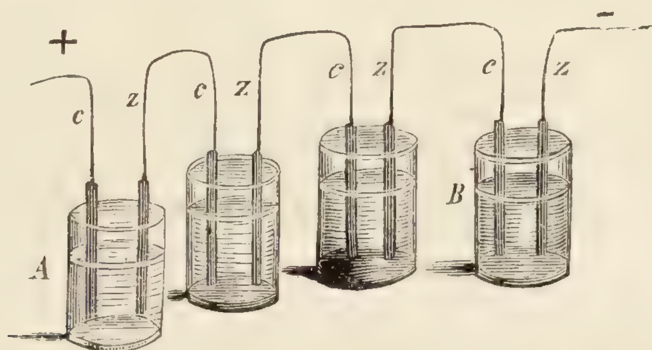


Fig. 47. — Piles réunies en tension.

posée notable, nous diminuerons l'intensité. La théorie heureusement nous fournit une ressource. Au lieu d'un élément de pile nous pouvons en associer plusieurs par les pôles de noms contraires (accouplement en tension, fig. 47). Dans ces conditions chaque élément apporte son contingent d'intensité à l'effet total et la formule devient, si l'on appelle n le nombre des éléments identiques associés ainsi qu'on l'a dit :

$$I = \frac{nE}{nr + R}$$

Nous pouvons maintenant raisonner sur ce nouveau schème.

1° Si R (résistance extérieure) est très grande par rapport à $n\,r$ (résistance totale intérieure), on peut négliger ce terme, la formule devient :

$$I = \frac{nE}{R}$$

c'est-à-dire que l'intensité croît en raison du nombre des éléments ; on voit donc que l'on a ainsi, par cet artifice, le moyen de régler le courant à employer suivant les conditions de la résistance qui lui est opposée.

Au contraire, si la résistance R était faible vis-à-vis de $n\,r$, la formule deviendrait :

$$I = \frac{nE}{nr} = \frac{E}{r}$$

c'est-à-dire que l'on constaterait ce résultat singulier que dans ces conditions *l'accouplement en tension* ne produit pas plus d'effet que *l'emploi d'un seul élément.* Lorsqu'on opère dans la pratique médicale, il est essentiel de tenir compte des valeurs relatives des résistances *intérieures* $n\,r$ et *extérieure* R pour diriger le calcul suivant les indications de la formule de Ohm.

De même que l'on peut associer les éléments en *tension* par *les pôles de nom contraire*, on peut aussi les grouper en attachant ensemble les pôles de même nom (*association en surface*).

Dans ce cas on n'a plus à considérer qu'une pile dont la force électro-motrice est E et pour laquelle la résistance intérieure totale est réduite à $\frac{r}{n}$; l'intensité est donnée par la formule

$$I = \frac{E}{\frac{r}{n} + R} = \frac{nE}{r + nR}$$

Cette disposition conviendra aux cas où l'on veut augmenter l'intensité dans un conducteur interpolaire dont la résistance extérieure est négligeable devant celle de l'élément de pile; elle permettra d'augmenter l'intensité suivant les besoins. Nous n'insistons pas sur les résultats de ce mode de groupement, non plus que sur les effets que l'on peut obtenir en adoptant à la fois les deux modes d'association en tension et en surface d'un nombre donné d'éléments. Bien que ces spéculations présentent un grand intérêt dans les recherches d'ordre scientifique, nous devons les écarter dans le programme purement pratique que nous nous sommes imposé.

VIII. — **Évaluations des résistances.**

Nous avons résumé, sous le nom de résistance, une propriété spéciale du fluide électrique envisagé au point de vue de sa perméabilité à travers divers milieux. Nous avons fait pressentir que là encore l'analyse avait pénétré et qu'il était possible de pousser plus avant l'investigation. Nous avons parlé d'éléments *géométriques* et d'éléments physiques concourant à la définition de ce terme qui, considéré en bloc, a la même signification, soit qu'il s'agisse de résistance *intérieure* ou de résistance *extérieure* par rapport à la pile.

Nous développerons, dans cet exposé, des corollaires de la loi de Ohm.

Faisons d'abord intervenir les éléments géométriques qui définissent la *résistance :* on constate expérimentalement que :

1° L'augmentation de longueur du conducteur (intérieur ou extérieur), quelle que soit la nature de la substance dont il est formé, *augmente* proportionnellement la résistance,

par suite *diminue* l'intensité dans le rapport inverse.

2° L'augmentation de *section*, dans les mêmes conditions, diminue proportionnellement la résistance, par suite *augmente* l'intensité dans le rapport direct.

A ne faire état que de ces deux données, on peut écrire la relation :

$$\rho = K \frac{l}{s}$$

ρ étant la résistance du conducteur,
l étant la longueur du conducteur
s étant la section du conducteur,
K un coefficient qu'il nous reste à définir, c'est l'élément *physique* déjà indiqué.

Les diverses substances simples ou complexes, à l'état solide, liquide ou gazeux, offrent au passage de l'électricité des résistances plus ou moins grandes. En général, les solides et parmi eux les métaux sont meilleurs conducteurs que les liquides, ceux-ci l'emportent sur les gaz.

Pour établir des comparaisons on a pris pour *unité* la résistance d'un corps déterminé, le *mercure* et on exprime les résistances spécifiques des autres corps par des coefficients numériques dont nous indiquons ci-dessous une liste abrégée :

Or	0.017
Argent	0.025
Cuivre	0.026
Platine	0.125
Fer	0.166
Mercure	1

Dissolution de sulfate de cuivre 300.000

Pour établir des rapports entre les résistances ρ et ρ de

deux conducteurs de nature différente, il faudra donner à K dans la formule ci-dessus :

$$\rho = K \frac{l}{s}$$

les valeurs K et K′ tirées du tableau précédent.

Nous devons déduire encore une conséquence de cette formule :

$$\rho = K \frac{l}{s}$$

Dans les cas de la pratique le conducteur n'est pas homogène. Nous avons vu que la résistance intérieure se définit par l'étendue des plaques polaires, leur distance, l'épaisseur de la couche liquide qui les sépare. La résistance extérieure peut être constituée par des fils métalliques de longueur, de section, de nature différente, par les liquides ou les tissus de l'organisme. La théorie permet de résumer et d'exprimer en une valeur numérique la résistance totale au moyen des résistances partielles qui composent le circuit traversé par le courant. C'est la somme des termes dont la valeur ρ est calculée d'après la formule ci-dessus pour les diverses sections.

On peut encore donner un autre énoncé :

La résistance totale P étant composée d'une suite de termes ρ, ρ', ρ'', etc., ayant chacun la forme $K \frac{l}{s}$, on peut représenter les résistances par des *longueurs* du métal pris pour type. L'unité étant par exemple la colonne de mercure de 1 mètre de longueur et de 1 millimètre carré de section, on n'aura ainsi à considérer dans le circuit que des portions homogènes de longueurs variables ; ces longueurs sont dites les *longueurs réduites*, correspondant aux résistances par-

tielles. La résistance totale sera la somme des longueurs réduites partielles : $\lambda, \lambda', \lambda''$ dont chacune d'elles se calculera par la formule

$$\lambda = K \frac{}{s}$$

K étant rapporté au mercure,
l étant exprimé en mètres,
s étant exprimé en millimètres carrés.

D'autres fois on choisit pour unité de résistance le kilomètre de fil de fer de 4 millimètres, ordinairement employé en télégraphie. Nous croyons inutile, après les explications précédentes, d'insister sur la façon de convertir les évaluations lorsqu'on change le système des unités.

Enfin nous montrerons que l'on a dernièrement substitué à ces premières unités expérimentales une unité nouvelle, déduite de considérations théoriques, celle-ci est désignée sous le nom de *Ohm*.

IX. — **Indications de quelques analogies.**

Nous avons raisonné jusqu'ici sur le courant électrique avec des considérations d'ordre purement scientifique ; il est fort curieux que l'on ait pu établir un ensemble de lois comme celui que nous avons indiqué, dans l'ignorance complète où l'on se trouve encore de la nature de l'électricité.

Nous n'avons admis que des faits d'expérience, et dans une matière aussi neuve, nous efforçant d'être aussi clairs que possible, nous avons eu recours à des analogies dont la valeur scientifique restait naturellement approximative.

Parvenus à ce point de l'exposé, nous craignons encore que certains lecteurs, rebutés par l'appareil un peu mathé-

matique que nous avons dû développer ne soient pas suffisamment édifiés. C'est pour eux que nous complétons la série des analogies déjà ébauchée, faisant, comme devant, toute réserve sur la valeur absolue de ces comparaisons qui n'ont aucune prétention de théorie. On ne devra les considérer que comme des moyens pédagogiques, chacun étant libre de choisir ce qui va le mieux à son entendemenl; il y a là une idiosyncrasie d'une forme spéciale, parfaitement réelle.

On emploie quelquefois pour définir la *force électro-motrice* de la pile le mot de *tension*. Ce terme exprime en mécanique un effort virtuel qui ne parvient pas à accomplir son effet par l'intervention de résistances antagonistes. Supposez deux poids de un kilogramme, l'un est sur le sol, l'autre est élevé à un mètre de hauteur. Il n'y a entre ces deux kilogrammes aucune différence : ils représentent la même masse et le même poids; mais par cela seul que l'un est élevé à un mètre de hauteur, il peut tomber, et en tombant, il produira le travail de un kilogrammètre. Il sera permis de dire qu'avant de tomber il possédait en puissance, en réserve, un travail virtuel de un kilogrammètre.

Si, au lieu de l'élever à un mètre, on le porte à dix mètres de hauteur, son poids, sa masse seront identiques, l'énergie potentielle sera de dix kilogrammètres.

De là une autre manière de se figurer la *tension* ou force électro-motrice de la pile. La force électro-motrice représentait dans notre première explication la différence des tensions positive et négative des fluides accumulés aux pôles. Cette différence est elle-même une *tension*, *effort virtuel*, capable d'une énergie *potentielle* dans le sens que nous venons d'indiquer. La pile ne fonctionne que lorsque le circuit est fermé, mais alors les résistances (intérieure ou extérieure)

sont vaincues, c'est de là que procèdent les manifestations de l'intensité ou du travail régies par les lois de Ohm et de Joule; auparavant, dans la pile au repos (pôles isolés), la force électro-motrice n'en subsistait pas moins à l'état virtuel et la démonstration expérimentale de son existence était possible. Lorsque l'effort virtuel se dépense à travers les résistances, il met en mouvement le fluide et accomplit le travail dont il est capable.

Ceci nous permet d'introduire un nouveau vocable, souvent admis dans les traités, celui de *différence de potentiel* comme synonyme de *force électro-motrice*. Bien que ces termes nouveaux n'ajoutent rien à l'habileté du praticien, il est cependant devenu essentiel de les connaître parce qu'ils représentent, dans la science toute nouvelle de la mesure électrique, la forme de langage usuel. Ce n'est pas une pure question de mode : il se produit actuellement dans ce domaine, grâce au progrès de la théorie, une véritable révolution dont le résultat sera de traduire ultérieurement toutes les mesures expérimentales dans un même système d'unité.

Pour continuer la série des analogies que nous avons entamée, nous prendrons un autre exemple :

Dans une locomotive en marche, on peut distinguer la quantité d'eau évaporée dans un temps donné pour fournir la vapeur dont la pression, agissant dans le cylindre, actionne les roues. Cette quantité d'eau représentera l'analogue de l'intensité dans la pile; la pression de la vapeur aura son corrélatif dans la force électro-motrice.

La pile doit être considérée comme une machine en activité; la source de la force vive est l'altération chimique des métaux en contact et l'on peut dire qu'une pile produit du travail en *brûlant* des métaux, comme une machine à feu ordinaire, en brûlant du charbon.

Deux piles peuvent produire la même intensité dans des conditions de résistance totale très inégales, comme deux locomotives, dont l'une marche sur des rails unis et l'autre sur des rails rugueux peuvent avoir la même vitesse. Il y aura entre les deux machines cette différence que des résistances supplémentaires modifieront facilement la marche de la première, tandis que la seconde ne sera pas entravée par les mêmes obstacles; le même phénomène se produira avec les deux piles considérées.

Lorsque la résistance extérieure sera très considérable, il faudra recourir à un artifice particulier. Ainsi si l'on interpose entre les électrodes le corps humain, on emploiera une série d'éléments au lieu d'un seul. De même pour traîner de lourdes charges on aura recours à deux, trois locomotives attelées au convoi.

Nous terminerons par une dernière comparaison. L'appareil médical employé pour les douches filiformes donne une idée très juste d'un courant à forte tension et d'un courant à tension faible. Dans cet appareil, le volume de l'eau ou sa quantité est un élément insignifiant, tandis que l'action dépend uniquement de la force avec laquelle l'eau est projetée. Avec quelques grammes d'eau on parvient ainsi à traverser un morceau de carton ou à enlever l'épiderme.

X. — **Des unités absolues de mesure électrique.**

Jusqu'à ces dernières années les grandeurs électriques : *quantité*, *force électromotrice*, *capacité*, *intensité* et *résistance* étaient évaluées par les divers expérimentateurs en unités différentes n'ayant aucun lien entre elles. Il en ré-

sultait que les valeurs numériques de ces quantités dépendaient forcément des instruments particuliers employés à les mesurer; l'échange des idées et des découvertes scientifiques rencontrait les mêmes difficultés que les transactions commerciales en l'absence d'un système uniforme de mesures et de monnaies.

Les progrès de la théorie ont donné le moyen de construire un système d'unités électriques permettant d'exprimer les lois de tous les phénomènes avec les unités fondamentales de la mécanique, le *mètre*, le *gramme*, la *seconde*. Avec ce système les grandeurs électriques sont représentées par des formules algébriques dans lesquelles n'entrent que les trois unités mécaniques indiquées ci-dessus.

Pour comparer entre elles ces diverses grandeurs électriques on les rapporte à des grandeurs de même espèce choisies elles-mêmes comme unités, ce sont à proprement dire les véritables unités électriques.

Les noms qui ont été donnés à ces unités sont empruntés aux principaux savants qui ont établi les lois des phénomènes :

L'unité de quantité est le *coulomb* (Coulomb).

L'unité de force électromotrice est le *volt* (Volta).

L'unité de capacité est le *farad* (Faraday).

L'unité d'intensité est l'*ampère* (Ampère).

L'unité de résistance est l'*ohm* (Ohm).

La *quantité* et la *capacité* figurent, plutôt dans l'expression des phénomènes d'électricité statique.

L'*intensité* et la *résistance* interviennent dans les phénomènes d'électricité dynamique.

La *force électro-motrice* ou différence de *potentiel* se retrouve dans les deux catégories.

Pour les courants galvaniques qui représentent la mani-

festation électrique la plus fréquente dans les applications médicales, on peut se figurer, par l'analogie avec un courant d'eau circulant dans une conduite, les grandeurs qui entrent dans les formules :

La force *électro-motrice* correspond à la pression qui détermine l'écoulement de l'eau.

La *résistance électrique* a son analogue dans la résistance offerte par la conduite.

L'*intensité* représente le débit du fluide.

Lorsque les unités sont trop grandes ou trop petites par rapport aux quantités mesurées on les fait précéder des préfixes : *méga* (un million) ou *micro* (un millionième).

$$\text{Mégohm} = 1.000.000 \text{ ohm.}$$
$$\text{Microfarad} = \frac{1}{1.000.000} \text{ farad}$$

La résistance de un *ohm* est égale à celle d'une colonne de mercure de 1 millimètre carré de section et d'environ 105 centimètres de longueur. C'est aussi très approximativement la résistance d'un fil de fer de 4 mètres de diamètre et de 109 mètres de longueur.

La force électro-motrice de un *volt* est à peu près celle d'un élément Daniell.

Un courant a une intensité d'un *ampère* lorsqu'il traverse un circuit de un *ohm* de résistance avec une force électro-motrice d'un *volt*.

XI. — **Observations sur les unités de mesure électrique.**

Il est incontestable que l'uniformité dans les mesures constitue un progrès réel; mais nous avouons néanmoins que ces notions seront très longues à pénétrer dans le langage médical, et que, dans tous les cas, elles seront d'une difficulté

sérieuse pour la plupart des praticiens. D'un autre côté, il serait erroné de croire que par cela seul que les médecins, au lieu de désigner les courants qu'ils emploient par le nombre et la nature des éléments, se serviront des expressions de volt, de ohms, de farad, etc; que les progrès de l'électrothérapie seront plus réels, et que les observations recueillies seront, dans ces conditions, le dernier mot de la science.

Dans un rapport à l'Académie de médecine, M. Gariel nous reprochait de n'avoir pas employé ces mesures dans notre *Manuel d'Électrothérapie*[1], et cependant c'est précisément dans un *Guide pratique* que nous étions tenu à garder les expressions ordinaires, et à ne pas surcharger la mémoire des lecteurs. Combien de médecins auraient été embarrassés si, au lieu de dire que le courant employé provenait d'un certain nombre d'éléments au sulfate de cuivre, etc., nous avions employé les expressions de volt, d'ohms, etc.; nous avons dû nous efforcer au contraire d'être aussi compréhensible que possible, c'est-à-dire de conserver les anciennes dénominations.

Voici une comparaison qui indique bien les concessions que l'on est obligé de faire dans la pratique thérapeutique. Personne ne soutiendra que ce ne soit pas un progrès important de doser les médicaments par grammes, centigrammes et milligrammes, et pour être logique et dans le progrès mathématique, jamais on ne devrait dire qu'une potion doit-être prise par cuillerée à bouche ou à café. La cuillerée est loin d'être toujours identiquement la même, et rien ne serait plus facile que d'avoir chaque fois mathématiquement le même poids. Néanmoins jamais on n'a songé à reprocher à un médecin ou à un écrivain médical d'in-

1. *Guide pratique d'électrothérapie* (1881). Masson, éditeur.

diquer l'emploi d'un médicament par ce mode de dosage.

Eh bien! il en est de même des mesures électriques, et en indiquant les mesures *approximatives,* on est dans le cas du médecin qui dose par cuillerées au lieu de doser par milligramme. On a tort évidemment de doser par cuillerées, mais cela est pratique et à vrai dire n'a qu'une importance secondaire. On a tort également de ne pas conseiller aux médecins d'employer, selon les cas, une intensité de courant d'un certain nombre d'*ampères*, pour électriser un membre d'une résistance de plusieurs *ohms*, avec une force électro-motrice de quelques *volts*, mais il nous semble que nous sommes plus compréhensible, et par conséquent plus utile en nous servant des expressions absolument ordinaires. La précision mathématique est une chose utile et nécessaire, surtout dans les sciences physiques, mais il ne faut pas l'exagérer en médecine, même dans les applications des sciences physiques à la médecine.

Nous avons l'amour et le respect des sciences physiques, mais nous sommes obligé de reconnaître qu'elles n'expliquent pas tout en physiologie et encore moins en pathologie. Pour ne citer qu'un exemple, encore plus frappant que la force électrique, combien on ferait d'erreurs, si on ne se tenait qu'à l'observation stricte d'un instrument excellent et dont les indications sont toujours d'une grande netteté ; nous voulons parler du thermomètre ! En effet, il n'y a qu'un thermomètre, mais il y a plusieurs chaleurs, et quelle différence d'impression et d'action sur l'organisme, entre différentes chaleurs donnant toutes, par exemple, 18 degrés centigrades ! Est-ce que la chaleur artificielle aura la même influence que la chaleur naturelle? Et même parmi les chaleurs artificielles, que de variétés!

Aussi, et comme conclusion, nous croyons qu'il ne faut pas

exagérer en électrothérapie les indications que nous fournissent les sciences physiques proprement dites, qu'il est utile de se rapprocher le plus possible de ces lois et de leurs principes, mais qu'il faut encore pendant bien des années, accepter les nécessités moins rigoureuses de la pratique thérapeutique.

Analogie des phénomènes électriques et des phénomènes hydrauliques.

Nous n'avons pas à nous appesantir sur la *nature* des courants électriques, et cette question est de celles qui ne seront jamais résolues d'une façon définitive, car il ne sera jamais facile de prouver que l'électricité est, ou bien : une vibration de l'éther, ou un mouvement de totalité, un flux de la matière pondérable.

Quoiqu'il en soit, rien ne *représente* mieux à l'esprit, ou ne donne pour ainsi dire un corps aux phénomènes électriques, que la comparaison avec les mouvements des liquides. Le mot même de *courant* s'applique également aux phénomènes électriques et aux phénomènes hydrauliques, et il est certain qu'il y a *quelque chose* qui circule du pôle positif au pôle négatif. Peu nous importe ce qu'est ce quelque chose, mais ce qui nous importe c'est que ce mouvement existe et qu'on peut lui appliquer presque toutes les lois que nous constatons *de visu*, avec les mouvements des masses liquides.

M. Marié-Davy et le P. Secchi ont les premiers appelé l'attention sur cette analogie, et plus récemment M. Decharme, a publié un article très intéressant sur cette question (*Revue scientifique*, n° 13, 1883, *Imitation par les courants liquides des phénomènes électriques*).

Nous ne citons ces faits, dans un ouvrage médical, que parce qu'ils servent à graver dans la mémoire les diffé-

rences qui existent entre les courants de fermeture et d'ouverture, et parce qu'ils facilitent également la compréhension des diverses conditions de pénétration des courants électriques, leur dérivation et presque toutes les lois qui dominent le passage de l'électricité. En pratique c'est dans tous les cas, un excellent moyen mnémotechnique pour se rappeler aussitôt les principes d'électrodynamie, ce qui est souvent d'un grand service pour les personnes qui ne se sont pas constamment occupées de ces questions. C'est évidemment ce qui a lieu pour les médecins, et cette comparaison leur sera aussi utile que d'avoir présent à la mémoire, lorsqu'il s'agit de la force ou de la constance d'une pile, cette autre comparaison que nous croyons devoir indiquer en passant, entre la production de la chaleur et la production de l'électricité : le zinc s'use dans une pile, pour produire de l'électricité comme le combustible s'use dans une chaudière ou dans une cheminée pour produire de la chaleur. Si le tirage est bon, si le charbon brûle bien, la chaleur sera bien établie, et d'autant plus considérable que l'oxydation sera plus forte; par contre le charbon s'usant vite, il aura besoin d'être souvent renouvelé et il sera indispensable de se débarrasser souvent des résidus. De même si les sels attaquent vivement le zinc, le courant électrique produit sera intense mais le zinc sera rapidement altéré, et il faudra souvent renouveler les liquides excitateurs. D'un autre côté, avec une pile énergique, il sera bien difficile d'avoir une grande constance, et, pour continuer notre comparaison, ce n'est qu'avec un tirage faible mais bien continu, qu'on peut obtenir une chaleur constante et de longue durée.

Pour en revenir à l'analogie des phénomènes électriques et des phénomènes hydrauliques, nous allons montrer

combien elle explique d'une façon remarquable, les différences entre les courants induits. On sait en effet qu'au moment ou le courant est interrompu, il se produit un courant qui a reçu le nom de courant de fermeture ou d'extra-courant.

Ce courant est bien plus énergique que le courant qui a lieu au moment initial, et cela ne tient pas seulement, comme on le dit dans beaucoup de livres de physique, à ce qu'étant de même sens que celui de la pile, il s'ajoute à celui-ci. La cause de cette différence d'intensité est autre, comme nous allons le voir.

Disons de suite que, dans les courants induits proprement dits, c'est-à-dire dans ceux de la seconde hélice, que le courant de la pile ne traverse jamais, on observe la même différence entre le courant initial ou de fermeture et le courant final ou d'ouverture. Le courant qui se produit au moment où le courant cesse de traverser le circuit est de beaucoup le plus intense; dans les appareils médicaux ordinaires, c'est presque lui seul qui agit. Sa force est à celle du courant de fermeture comme 6 est à 1 et les durées évaluées en unité de temps sont de 0,0042 pour le courant d'ouverture, et de 0,0114 pour le courant de fermeture. C'est donc le courant dont la durée est la plus faible qui est le plus énergique. De plus la tension du courant d'ouverture est bien supérieure, car lancé dans le fil télégraphique, il transmet une dépêche à une distance de 250 lieues, tandis que le courant de fermeture franchit seulement une longueur de 20 lieues.

Cette différence entre les courants d'ouverture et de fermeture s'expliquerait facilement si, nous comparons le courant à celui d'une masse d'eau.

Supposons un récipient R (fig. 48) rempli d'eau; mis en

communication avec une série de tubes par un tuyau NO, muni d'un robinet en O. Lorsque le robinet est fermé, l'eau se tient à la même hauteur dans tous les tubes; mais dès que l'on vient à ouvrir le robinet O, on voit : 1° dans tous les tubes le niveau s'abaisser très rapidement et descendre beaucoup au-dessous de celui qu'il occupe pendant l'écoulement continu du liquide :

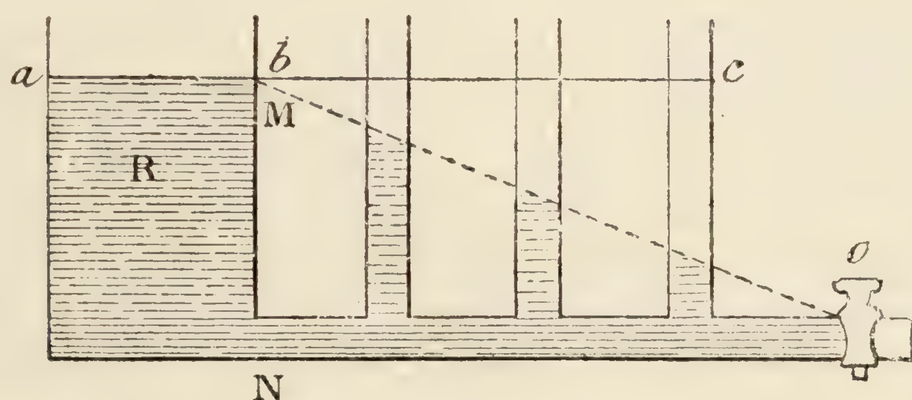


Fig. 48.

2° Le courant étant établi d'une façon définitive, et le niveau étant maintenu constant dans le récipient R, la surface liquide libre des différents tubes sera située sur la ligne inclinée MO;

3° Au moment où l'on ferme l'orifice O, le niveau du liquide s'élève subitement dans tous les tubes à une hauteur bien supérieure à l'horizontale *abc*, et puis reprend son niveau primitif correspondant à cette ligne horizontale [1].

L'induction d'un courant au moment de la rupture du courant est comparable au coup de bélier, et l'on peut avec raison le considérer comme un simple phénomène mécanique, dû à ce que le flux électrique qui circule, possédant

1. Il se forme dans ces conditions des courants électriques. M. d'Arsonval a pu les mesurer, et montrer que leur intensité et leur sens est en rapport avec ce qui a lieu pour les mouvements des masses liquides. La loi est la suivante : Toutes les fois qu'un liquide est en mouvement, il y a une différence de pression qui détermine une différence d'état électrique; l'électricité du point le plus chargé est positive.

une certaine force vive, ne peut perdre instantanément la vitesse dont il est animé et donne un coup de bélier.

Un exemple plus vulgaire rendra encore mieux notre pensée. Supposons que nous soyons dans un train d'abord immobile, mais dont la locomotive prenne instantanément une grande vitesse, nous éprouverons au moment du départ une secousse plus ou moins forte, mais qui ne sera nullement comparable à celle que nous éprouverions dans un train lancé à grande vitesse et qui viendrait à s'arrêter brusquement. La première secousse est comparable au courant de fermeture et la seconde à celui d'ouverture.

En un mot, et c'est là, même au point de vue de l'emploi des courants continus, un fait très important : plus la cessation d'un courant est brusque, plus le courant qui se forme à ce moment est fort. On doit se représenter les courants induits comme un choc moléculaire qui est d'autant plus énergique que la vitesse est plus grande et la durée moindre. On retrouve ainsi en physique cette loi d'électro-physiologie : l'excitation d'un nerf ou d'un muscle dépend moins de la valeur absolue de la tension d'un courant que de la modification de cette valeur d'un moment à l'autre.

C'est dans ce fait qu'il faut chercher l'action si énergique des courants induits ; car ceux-ci naissent et s'éteignent avec une extrême vitesse, et, par conséquent, changent rapidement et brusquement l'état moléculaire du nerf et du muscle ; et c'est également pour cela que cette excitation peut varier, même pour des courants induits, d'un appareil à l'autre.

Avec les appareils dont, on peut à volonté faire varier la rapidité de production l'on constate très aisément que les contractions musculaires sont plus énergiques lorsque le contact est très rapide et lorsqu'il cesse brusquement.

APPAREILS A COURANTS CONSTANTS ET CONTINUS

Les appareils à courants continus se composent essentiellement d'un collecteur qui réunit le courant des divers éléments et qui, en général, renferme encore un renverseur de courant et un galvanomètre. Il varie de forme selon les fabricants, mais il faut bien se rappeler, que ce qu'il y a de plus simple, est toujours ce qu'il faut préférer. D'ailleurs, il y a une différence importante entre les appareils de cabinet et les appareils portatifs. Pour ces derniers,

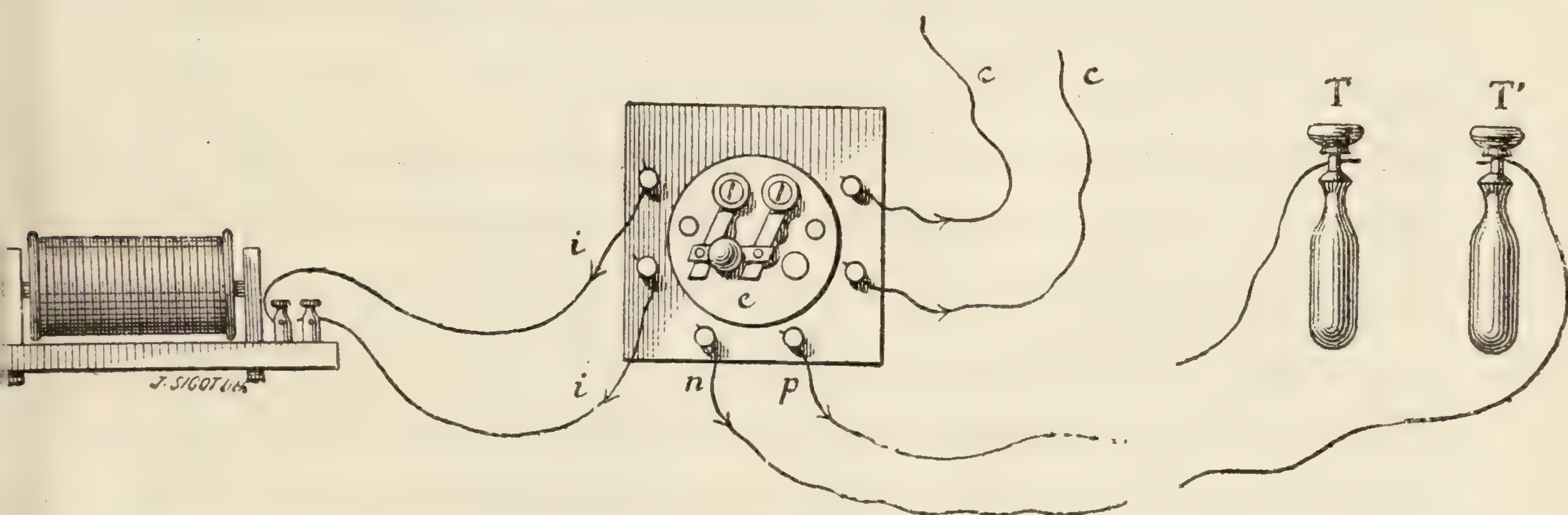


Fig. 49.

à cause de l'usure des fils et de la difficulté de retrouver immédiatement les points altérés, nous aimons presque autant n'avoir pas de collecteurs proprement dits. Pour le cabinet, un collecteur est au contraire nécessaire et nous recommandons beaucoup la disposition suivante, que nous avons fait établir chez nous, et qui est vraiment commode. Un petit collecteur central (fig. 49) est d'un côté en communication avec les fils conducteurs de l'appareil à courants

continus (*cc*) et de l'autre avec ceux de l'appareil induit (*ii*). Ces petites bornes sont en communication avec une sorte de renverseur de courant, qui selon sa position permet de lancer dans les rhéophores (*nT* et *p*T') soit le courant de l'appareil induit, soit celui de l'appareil à courants continus Par cette disposition on n'a jamais besoin de changer ni les fils ni les tampons pour l'électrisation des malades, et rien qu'en déplaçant la manette (*e*) on a aussitôt à volonté le courant que l'on désire.

Appareil de Remak. — L'appareil (fig. 50) se compose de 50 à 60 éléments de Remak dont nous avons donné la description, précédemment, et qui sont placés dans une grande boîte de bois. De ces éléments partent des fils de cuivre qui viennent aboutir à une plaque de bois verticale S, sur laquelle sont fixés des boutons métalliques correspondant aux éléments de la pile. Deux manettes métalliques que l'on peut faire mouvoir sur ces boutons permettent de recueillir le courant fourni par les différents éléments. De chaque côté de la planchette, se trouvent 5 boutons métalliques, à gauche ces boutons représentent les unités, et à droite les dizaines; c'est-à-dire qu'en mettant la manivelle de gauche, B, en contact avec le premier bouton, on recueille le courant de 2 éléments; avec le second bouton, le courant de 4; avec le troisième, le courant de 6; avec le quatrième, de 8, et enfin le courant de 10 éléments avec le cinquième bouton métallique. A droite chaque bouton recueille le courant de dix éléments, comme cela est indiqué sur la figure ci-jointe.

La position des manettes, telle quelle est représentée dans cette figure, donne un courant de 12 éléments. On comprend qu'il est facile d'obtenir à volonté le courant de 14, 16, 22, 24, 26, etc., éléments. Lorsqu'on veut mettre l'appareil au repos, on amène les deux manettes au point O.

Pour pouvoir obtenir dans cet appareil le nombre d'éléments voulus, il faut absolument placer les fils de cuivre qui relient les éléments d'après la disposition indiquée sur la figure. On s'étonne souvent que cette disposition puisse ne donner que le courant de 2 éléments par exemple, tous les éléments étant réunis entre eux, et l'on croit volontiers que l'on doit ainsi, avec un fil quelconque obtenir le courant

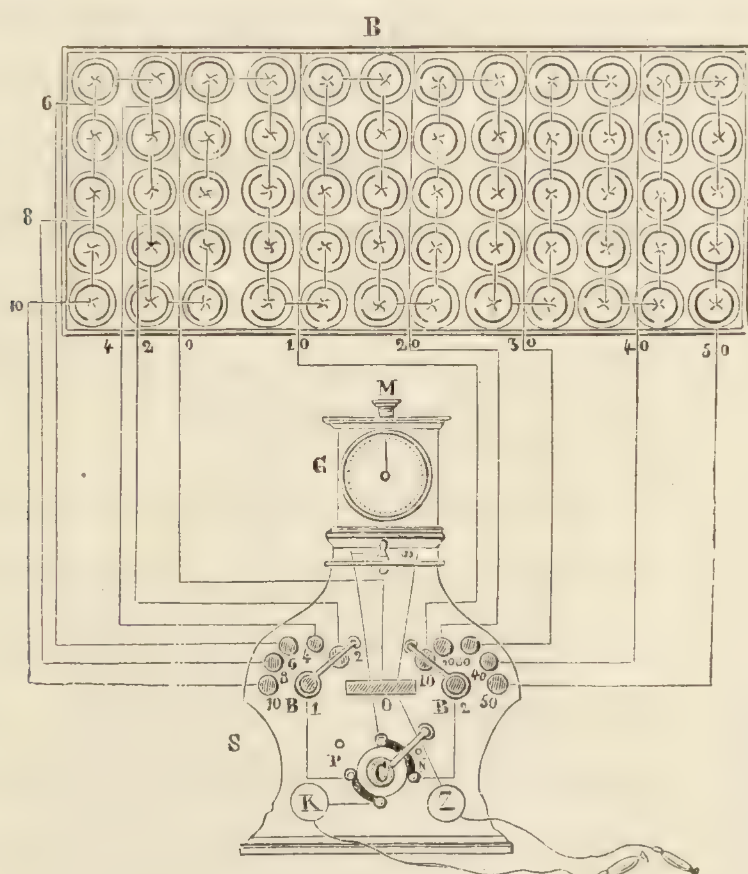


Fig. 50. — Appareil de Remak.

de tous les éléments. Mais il suffit, pour se rendre compte de cette action, de se rappeler que le courant électrique s'écoule toujours par les conducteurs qui présentent le moins de résistance. C'est ainsi qu'en mettant en contact un élément avec un bon conducteur, toute l'électricité qui est dégagée entre ce conducteur et l'autre pôle se combine dès que les pôles sont mis en communication. Quant à l'électricité qui se forme dans les autres éléments, elle ne peut

être recueillie, car elle se trouve en dehors des deux conducteurs que l'on emploie.

Au lieu d'employer la disposition de l'appareil Remak, on peut également, pour recueillir le courant d'un nombre voulu d'éléments, avoir un pôle mobile que l'on plonge dans l'élément qui occupe le rang représentant le nombre d'éléments qu'on veut employer. Cette manière de procéder a été employée par Benedikt. Toutes les piles étant réunies en tension, le pôle zinc est fixe, le pôle cuivre est mobile (fig. 51), et formé d'un morceau de cuivre qu'on plonge dans le sulfate de cuivre de l'élément qui est le 10me, le 30me, etc., à partir du pôle zinc selon qu'on veut employer le courant de 10, 30 éléments.



Fig. 51.
Pôle mobile.

Pour ne pas donner de secousses chaque fois qu'on veut augmenter ou diminuer l'intensité du courant, on a ajouté à la manette un prolongement métallique qui se met en contact avec le bouton voisin, avant de quitter celui avec lequel elle est en communication. Cette disposition est assez importante, car on peut ainsi augmenter graduellement l'intensité du courant, sans donner la secousse de fermeture. Il en est de même lorsqu'on veut éviter la secousse d'ouverture.

Sur cette même planchette, se trouvent encore placés un commutateur, qui sert à changer la direction du courant, et un galvanomètre vertical C, qui indique l'intensité approximative du courant. Les fils conducteurs sont maintenus par une vis aux points K et Z. Dans la figure ci-jointe, Z représente le pôle négatif, et K le pôle positif.

Cet appareil offre une grande constance, une graduation facile, il fonctionne plusieurs mois de suite, jusqu'à dix mois, sans que le courant perde sensiblement de son intensité. Il se dérange difficilement, et possède une très faible action chimique. Son seul défaut, et cet inconvénient est très grand en pratique médicale, c'est qu'il n'est point transportable.

Appareil à papier de Trouvé (fig. 52). — Cet appareil est formé de 40 éléments au sulfate de cuivre, réunis dans une boîte carrée portative.

Chaque élément est constitué de la manière suivante :

Entre deux disques (fig. 52, z c et z′ c′), l'un de cuivre, l'autre de zinc, sont empilées des rondelles de papier bu-

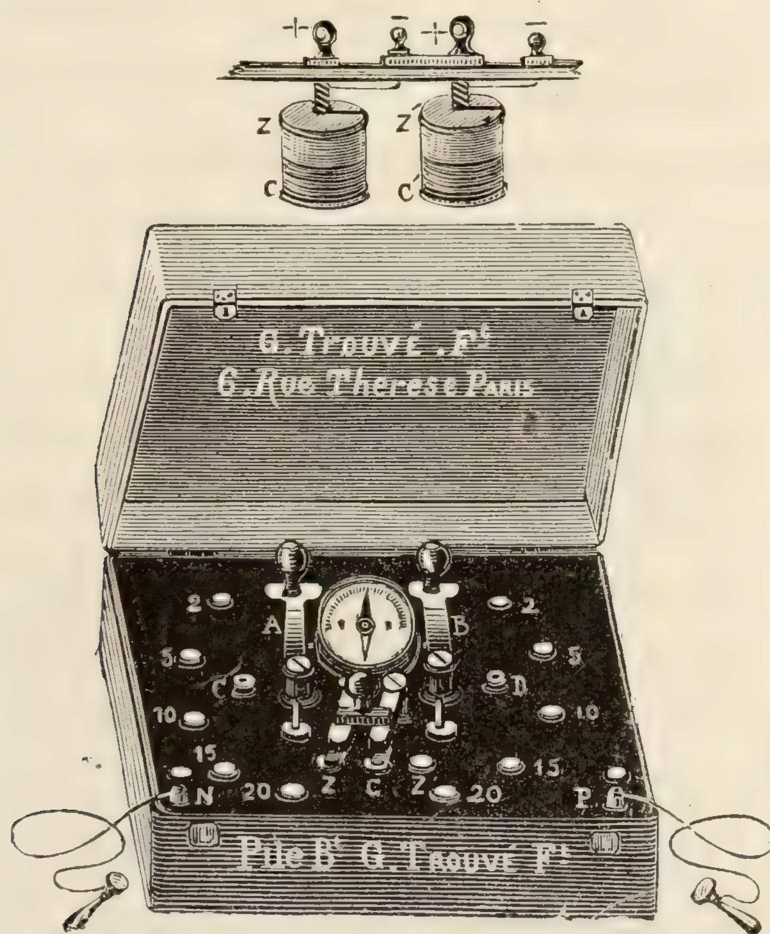


Fig. 52. — Appareil Trouvé.

vard. La moitié inférieure de ces rondelles est préalablement saturée de sulfate de cuivre, l'autre moitié de sulfate de zinc.

Pour remplacer le sulfate de cuivre de cette batterie, on la sort de sa boîte pour la dessécher, et ensuite on la plonge à moitié dans une solution de sulfate de cuivre très concentreée à chaud, que l'on fait dans une cuvette spéciale en cuivre livrée avec l'appareil.

Il est regrettable que cet appareil, qui est très léger et très élégant, s'épuise si rapidement, et qu'une fois épuisé, il soit si fastidieux à être rechargé. Ce n'est pas que le mode opératoire soit compliqué, mais la pile ne reprend que pour un temps très court, son activité première. Le fabricant peut, il est vrai, obtenir un fonctionnement meilleur, mais nous avons entendu plusieurs médecins de province se plaindre de l'inconstance et des inconvénients de cet appareil. Il a évidemment les inconvénients de ses avantages.

Appareil Chardin. — M. Chardin, successeur de M. Morin, a également construit un appareil à courant continu, avec une pile au sulfate de cuivre (fig. 53). C'est cet appareil qui est employé dans les hôpitaux. Les modifications consistent dans des détails de construction et l'appareil peut fonctionner très longtemps sans qu'il soit nécessaire d'en avoir un soin quelconque. Enfin M. Chardin a construit un autre appareil à courants continus, mais à cause de son action chimique très puissante nous ne le conseillerons que pour faire de l'électrolyse. La pile de cet appareil a été rendue portative par une disposition simple et ingénieuse (fig. 54).

M. Chardin a pris des éprouvettes d'une certaine hauteur dans lesquelles, en même temps que le sel de mercure et l'eau il place deux flotteurs en liége de forme et de dimension calculées.

Les couples ont la forme de crayons (ce qui permet de les remplacer facilement), et sont fixés sous une planchette immobilisée à la partie supérieure de l'appareil.

Les éprouvettes dont il vient d'être parlé, occupent un

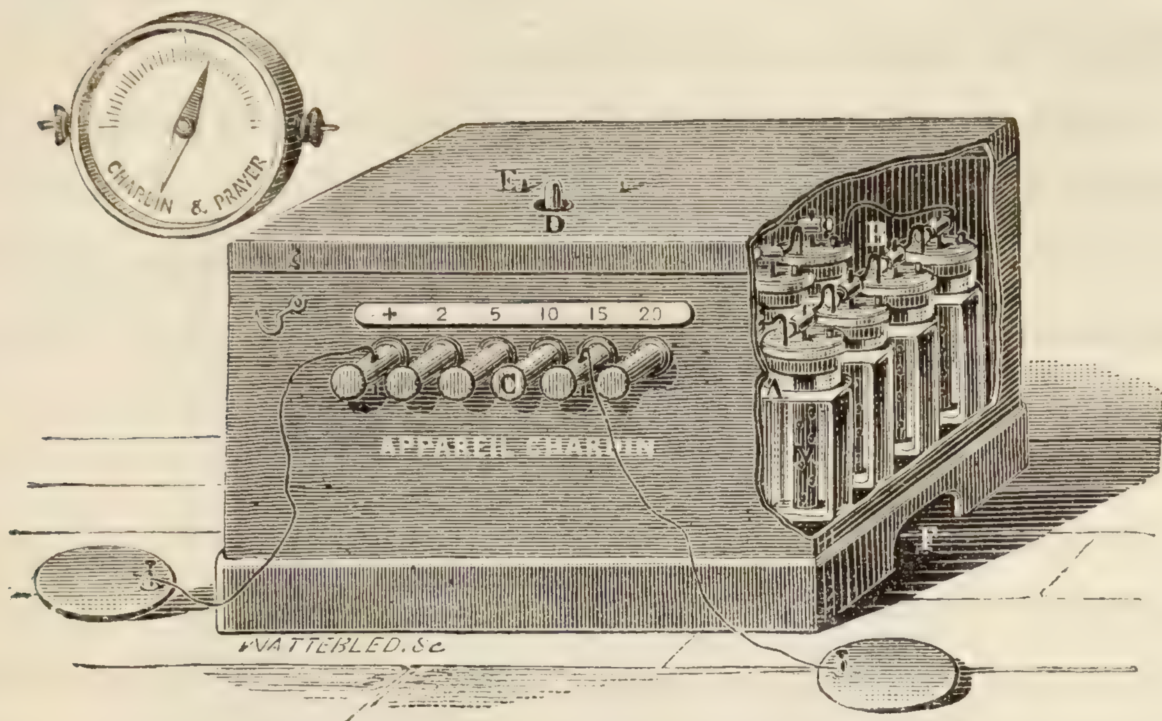


Fig. 53. — Appareil Chardin.

casier mobile qui peut être soulevé au moyen de la tige à

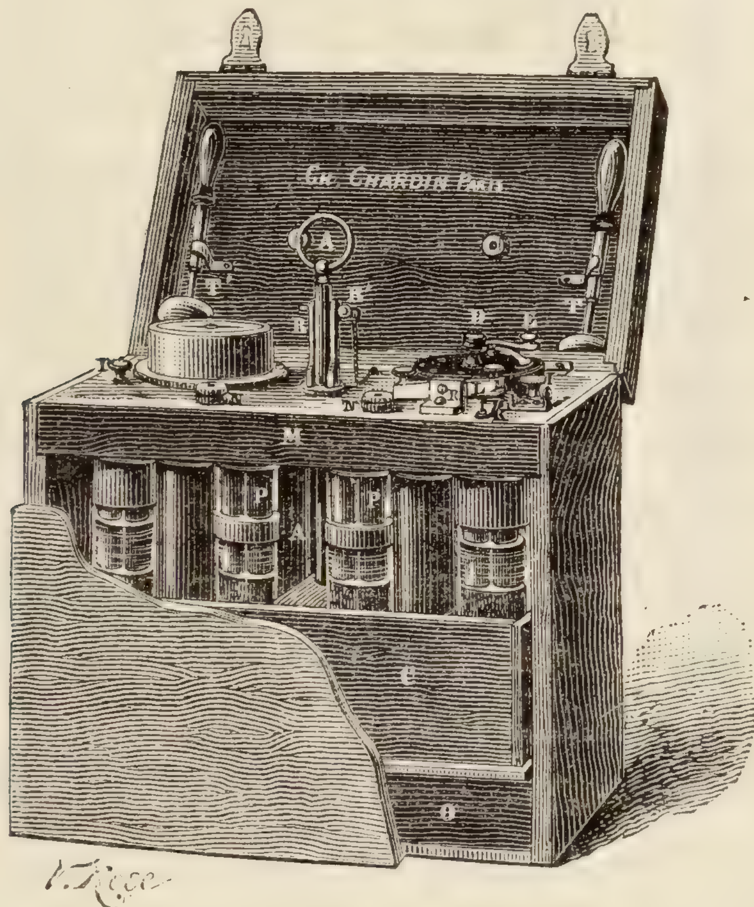


Fig. 54. — Autre appareil de M. Chardin.

anneau du centre de figure. Dans ce mouvement les crayons

de charbon et de zinc s'appuient sur les flotteurs et les enfoncent dans le liquide : celui-ci monte au-dessus, baigne les éléments et l'appareil fonctionne.

L'appareil est transportable quoique les flacons soient ouverts. Il se produit, en effet, entre les flotteurs et la surface intérieure du verre un espace vide qui s'oppose, jusqu'à renversement complet de l'appareil, à la sortie de la masse liquide.

Cette disposition présente le grand avantage de laisser facile l'accès des flacons et le remplacement du sulfate de mercure usé.

Appareil Onimus.— Cet appareil est composé d'un certain nombre des éléments décrits précédemment (fig. 44 et 45).

Les éléments sont disposés dans une boîte (fig. 55) de manière à pouvoir augmenter ou diminuer le courant par trois éléments; lorsqu'on veut se servir de l'appareil, on place un des fils, le fil rouge par exemple, au point marqué + (positif), et l'autre fil est placé successivement dans les trous 3,6,9,12... 42, selon que l'on veut avoir un courant de 3,6,9,12... 42 éléments. Ce dernier fil représente toujours le pôle négatif.

Il est bon, lorsque la pile a été chargée pour la première fois, et si on veut s'en servir dans la même journée, de fermer le courant pendant une heure, en faisant communiquer, par un même fil, la première pile (positive) avec la dernière (négative). Cette communication est inutile si l'on ne se sert de l'appareil que le lendemain.

Lorsqu'il s'est amassé une trop grande quantité de cristaux blancs (sulfate de zinc) sur les éléments, il est nécessaire de les laver et pour cela, après avoir dévissé les deux petites traverses du milieu, on enlève, soit isolément, soit en bloc, les vases et on les plonge complètement dans de l'eau ordi-

naire. Après quelque temps d'immersion dans l'eau ordinaire, les zincs se détachent mieux des petits locaux et on lave le tout à grande eau, puis on remplace les zincs ou les cuivres

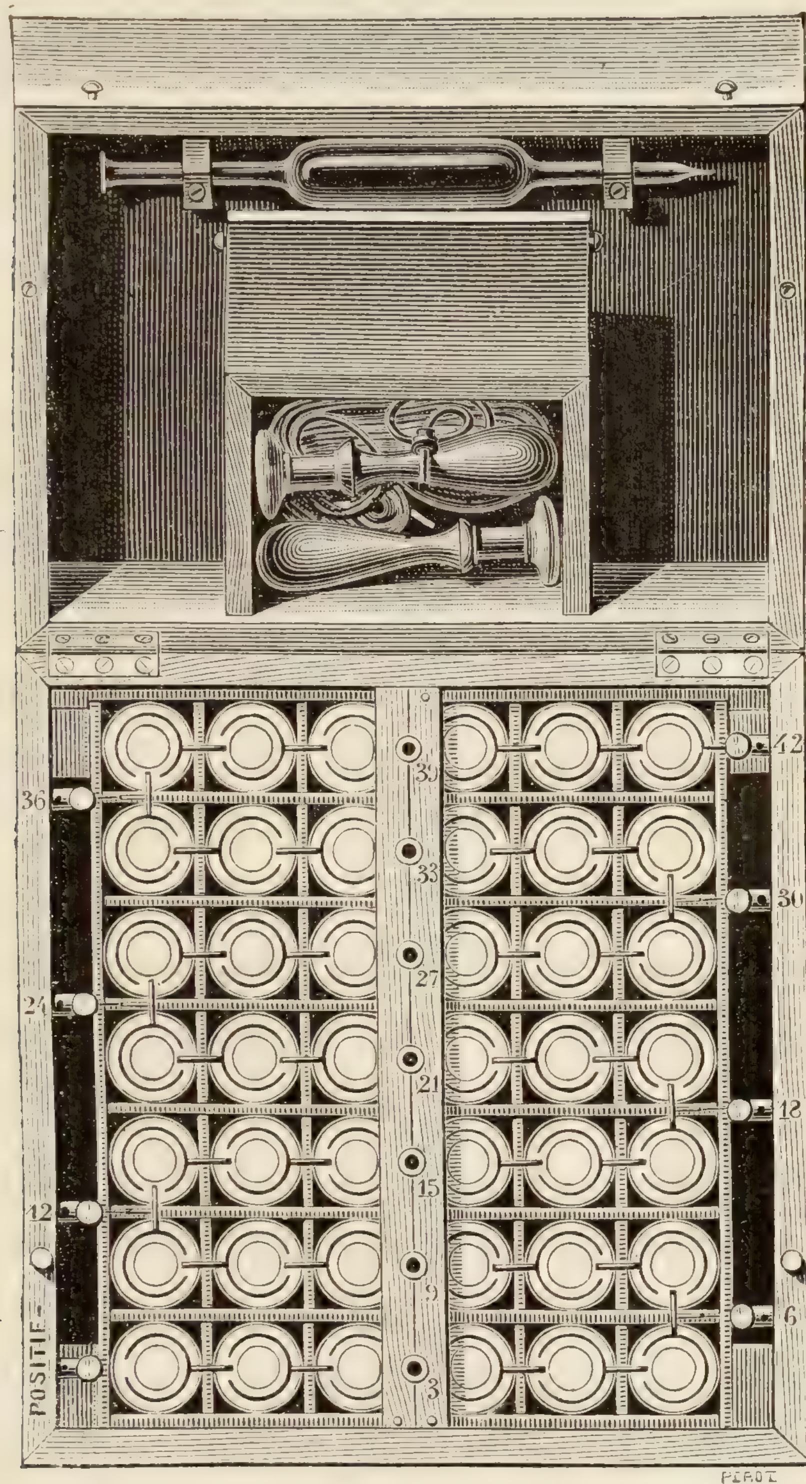


FIG. 55. — Appareil Onimus portatif à courants continus.

selon leur disposition première, qu'il est facile de retrouver d'après les coudes des éléments qui communiquent avec les différentes viroles.

Cet appareil présente les avantages suivants :

Comme toutes les piles au sulfate de cuivre, elle a une grande constance et une faible action chimique, condition indispensable pour l'usage médical.

Mais elle offre, sur toutes les autres piles au sulfate de cuivre l'avantage important d'avoir, avec une tension égale, l'action chimique la plus faible, car la solution de sulfate de cuivre ne pénètre que peu à peu à travers la bourre dans le vase où se trouvent le zinc et le cuivre. D'après des expériences faites au laboratoire du ministère des Télégraphes, ces piles, tout en ayant la même tension que celle de Daniell ont, au bout de fort peu de jours, une action chimique presque deux fois moins forte. C'est là un avantage sérieux pour un grand nombre de cas, comme nous le verrons plus loin.

L'appareil est facilement transportable grâce à son volume, et de plus, malgré le transport et les cahots, le liquide excitateur ne vient jamais se mêler avec le liquide extérieur qui entoure le zinc, l'intensité du courant ne peut être modifiée, et les conditions des diverses parties de la pile restent toujours les mêmes. C'est la seule pile à eau qui soit transportable dans des conditions aussi avantageuses.

La pile est facile à entretenir, à réparer, à nettoyer; enfin elle s'use très lentement, et offre de plus l'avantage de pouvoir rester sans la moindre altération dès qu'on ne s'en sert pas pendant quelque temps; pour cela, il suffit d'enlever les petits tubes intérieurs qui contiennent les cristaux de sulfate de cuivre, aussitôt les éléments cessent de fonctionner et cela pour deux raisons : premièrement, parce que la source du liquide excitateur est abolie; en second lieu, parce que le liquide vient à baisser de niveau et que les zincs se trouvent alors hors du contact de l'eau.

On peut ainsi laisser l'appareil sans la moindre usure pen-

dant tout le temps qu'on n'en a pas besoin, et dès qu'on veut s'en servir, il suffit de remettre les tubes dans l'intérieur des divers vases.

Dans le couvercle de la boîte on met les tampons et, si l'on veut, on peut encore ajouter un galvanomètre, mais ce qui est plus commode, c'est un galvanomètre indépendant que l'on relie avec un fil au moment où l'on se sert de l'appareil. L'entretien de cet appareil est des plus faciles; voilà plus de dix ans que nous nous en servons comme pile portative et comme appareil de cabinet. La pile de cabinet, d'un modèle plus grand, remplace avec avantage la pile de Siemens et Halske (pile Remak) ; elle lui est supérieure, comme commodité et comme faiblesse d'action chimique. Ces appareils sont fabriqués par MM. Brewer, à Paris, et se trouvent également chez M. Collin, successeur de M. Charrière.

Appareil de Stohrer. — Cette batterie est composée de 24 ou 32 éléments dont la disposition a pour base la pile dite de Grenet (fig. 56). Pour que le métal ne soit point usé pendant qu'on n'emploie pas l'appareil, et aussi pour pouvoir à volonté augmenter la quantité chimique, les lames de zinc sont suspendues à une tige de bois qu'on peut élever ou abaisser à volonté. Ces lames de zinc sont ainsi maintenues au-desus des vases de verre remplis d'eau acidulée avec de l'acide sulfurique. Le pôle positif est représenté par un morceau de charbon rond et plus grand que les lames de zinc. Ce charbon est très poreux, et est creusée d'une cavité qui est remplie à moitié de sable sur lequel on verse quelques gouttes d'acide chromique concentré.

On peut également unir ensemble, soit pour 2, 3 ou 4 éléments, le zinc avec le zinc, et le charbon avec le charbon. On obtient dans ces conditions des phénomènes

chimiques excessivement énergiques. Toutes les quatre à six semaines on ajoute quelques gouttes d'acide chromique, et de l'acide sulfurique dans l'eau où plonge le zinc. Il faut également de temps en temps laver les charbons avec de

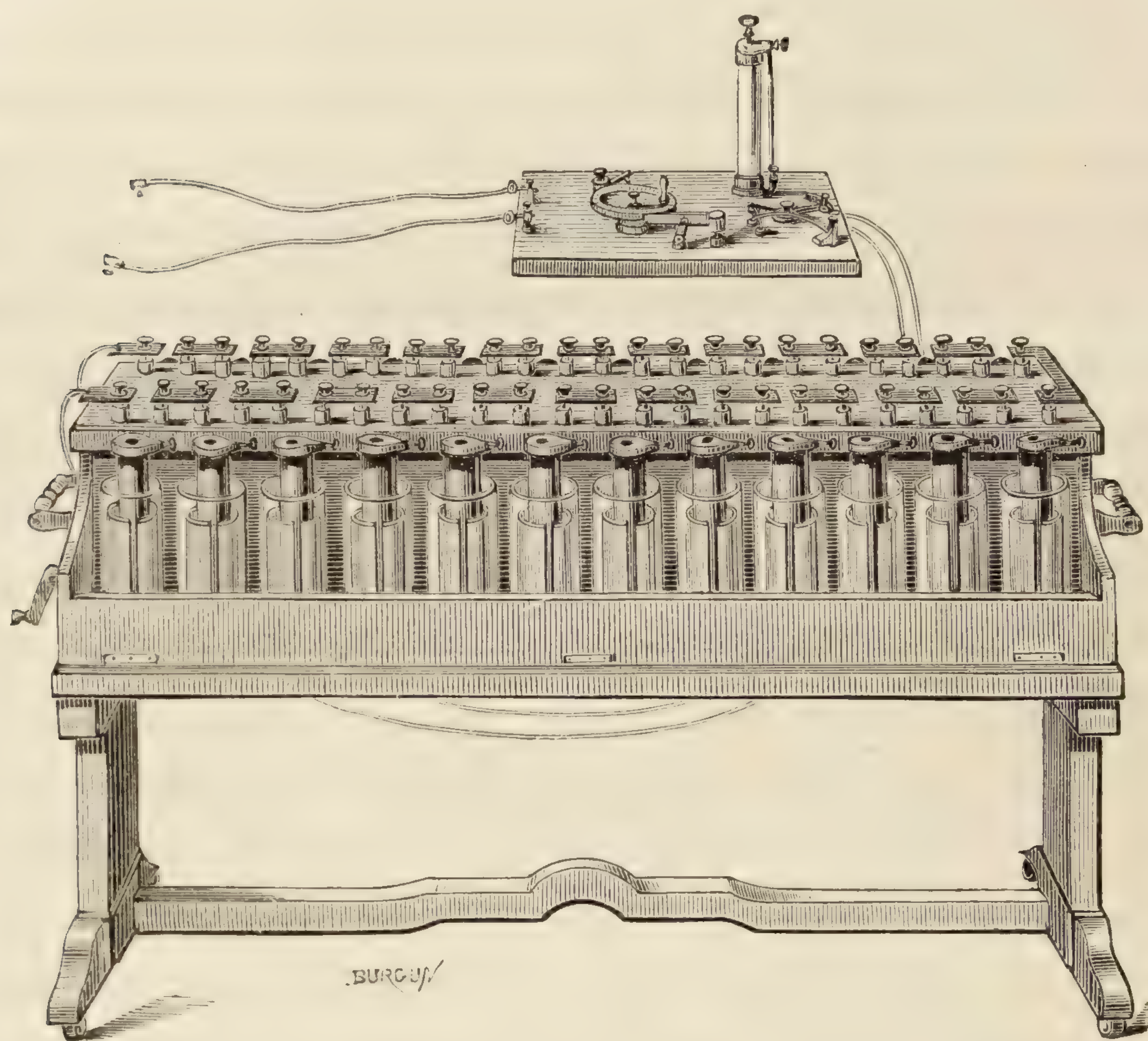


Fig. 56. — Appareil de Stohrer.

l'eau tiède afin de dissoudre les incrustations qui se sont déposées à sa surface.

Un commutateur, un interrupteur et un galvanomètre se trouvent disposés sur une planchette au-dessus des éléments.

Cet appareil, que nous avons eu occasion de voir, est d'une grande énergie, et malgré la facilité de ne faire plonger qu'une très petite portion du zinc, il donne toujours une grande quantité chimique. Il est d'un prix moins élevé que

celui de Remak, mais par contre, son entretien est plus difficile et il peut se déranger bien plus facilement.

M. Stohrer a construit, d'après les mêmes principes, un appareil plus petit, et qui est portatif.

Appareil de Smée. — Cet appareil (fig. 57) est composé de 36 éléments de Smée, disposés en trois rangs, dont chacun par conséquent contient 12 éléments. Ces éléments, comme dans l'appareil de Stohrer, peuvent être maintenus, au moyen d'une manivelle et d'un axe commun, au-dessus des vases qui contiennent l'eau acidulée.

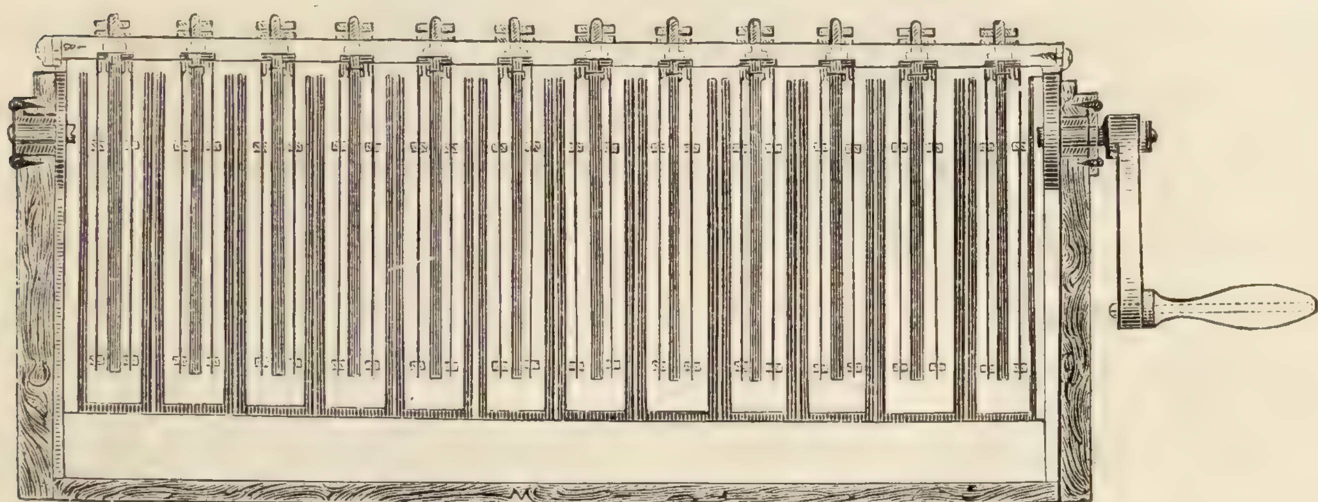


Fig. 57. — Appareil de Smée.

On peut également les laisser plonger d'une quantité plus ou moins grande dans ces vases, ce qui fait varier la quantité chimique de la pile. La disposition de Rosenthal diffère de la disposition primitive, parce que, au lieu d'une lame d'argent platinée fixée entre deux grandes lames de zinc, il y a deux lames de plomb bien platinées et fort minces qui renferment entre elles une lame de zinc, dont elles sont séparées par des morceaux de gutta-percha.

Cette disposition a l'avantage de réduire de moitié le poids de l'appareil et de diminuer les effets chimiques.

Le liquide acide, au lieu d'être conservé dans des vases

de verre, est renfermé dans des vases de gutta-percha, ce qui rend l'appareil, il est vrai, d'un prix élevé, mais par contre plus léger.

Benedikt a également fait construire un appareil dans ce genre; il ne diffère que par des modifications peu importantes.

Appareil de Gaiffe. — Cet appareil (fig. 58) a le grand avantage d'être très portatif. Il est composé de 30, 40, etc., éléments au chlorure d'argent. Nous avons déjà donné la description de ces éléments; pour l'appareil à courant constant et continu, la surface du zinc est diminuée du tiers, car avec les éléments employés pour les courants d'induction la quantité chimique est trop grande.

Pour faire fonctionner l'appareil, il faut que les deux manettes soient en contact avec des boutons métalliques.

La force du courant est mesurée par la différence qu'il y a entre les nombres indiqués pour chaque manette.

Dans la figure ci-jointe le courant a donc la force de 26 — 18 éléments = 8 éléments.

Pour avoir le courant le plus fort il faut mettre une des manettes sur le bouton *o* et l'autre sur celui marqué 36.

Le pôle négatif est toujours représenté par le rhéophore du côté de la manette la plus proche du point P. Ainsi, dans la figure, B′ et par conséquent le rhéophore E′, représentent le pôle positif, tandis que B et E donnent le pôle négatif. Si la manette M′ était par exemple placée sur *o* et que la manette M soit toujours maintenue sur 18, ce serait B et E qui seraient le pôle positif, tandis que B′ et E′ représenteraient le pôle négatif. — Dans cette supposition la force du courant serait alors de 18 éléments.

F, F, F, flacons de caoutchouc contenant les piles (fig. 59), R, R, R, H, H, H, ressorts et boules destinés à établir les

communications entre les piles et le commutateur : chaque

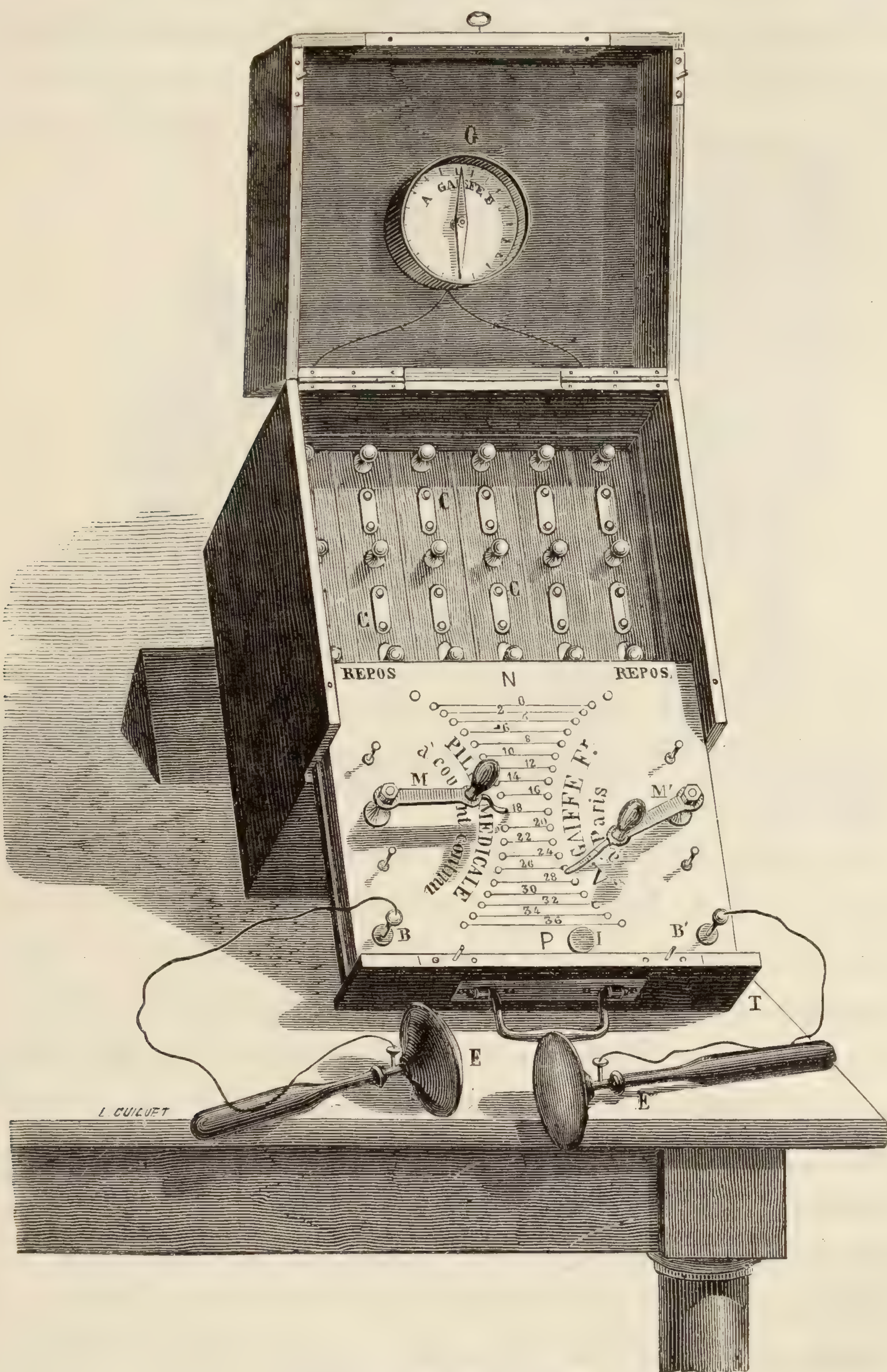


Fig. 58. — Appareil de Gaiffe.

pièce des ressorts R est composée d'un ressort plein et d'un ressort percé ; chaque flacon porte sur son couvercle deux

boutons terminant les éléments zinc et argent de la pile qu'il renferme; un des boutons est plat, l'autre a une tige un peu longue. Il faut avoir soin, en replaçant les piles dans les casiers, que les boutons plats communiquent avec les

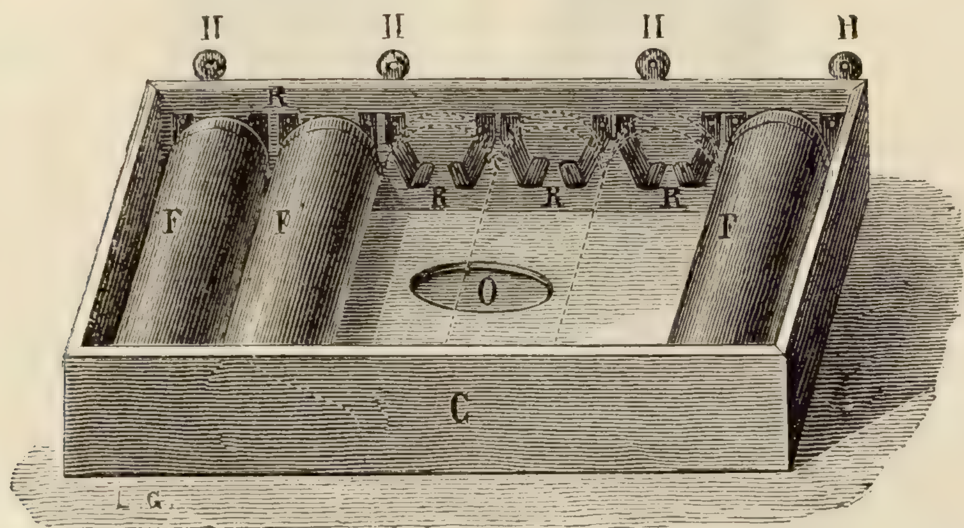


Fig. 59. — Disposition des piles.

ressorts pleins, tandis que les boutons et tiges pénètrent dans les ressorts percés.

Appareil de Ruhmkorff et de Duchenne (fig. 60). — Ruhmkorff a également construit, un appareil à courant continu. Cet appareil se compose d'une boîte A dans laquelle se trouvent 35 éléments placés sur cinq rangées; chacun de ces éléments se compose d'un tube de verre à moitié rempli d'une dissolution de bisulfate de mercure. Dans ces vases plongent une lame de zinc et un morceau de charbon rectangulaire. Ce dernier est recouvert d'un vernis très épais sur trois de ses faces; la quatrième, qui est placée vis-à-vis le zinc, est recouverte de poudre de platine. Au moyen d'une roue dentée *d,d*, on peut faire plonger les lames de zinc et de charbon plus ou moins dans la solution de bisulfate de mercure. Le courant peut se recueillir dans la première rangée en augmentant graduellement d'un élé-

ment ; à partir de la seconde rangée, on recueille chaque fois l'électricité fournie par 7 éléments.

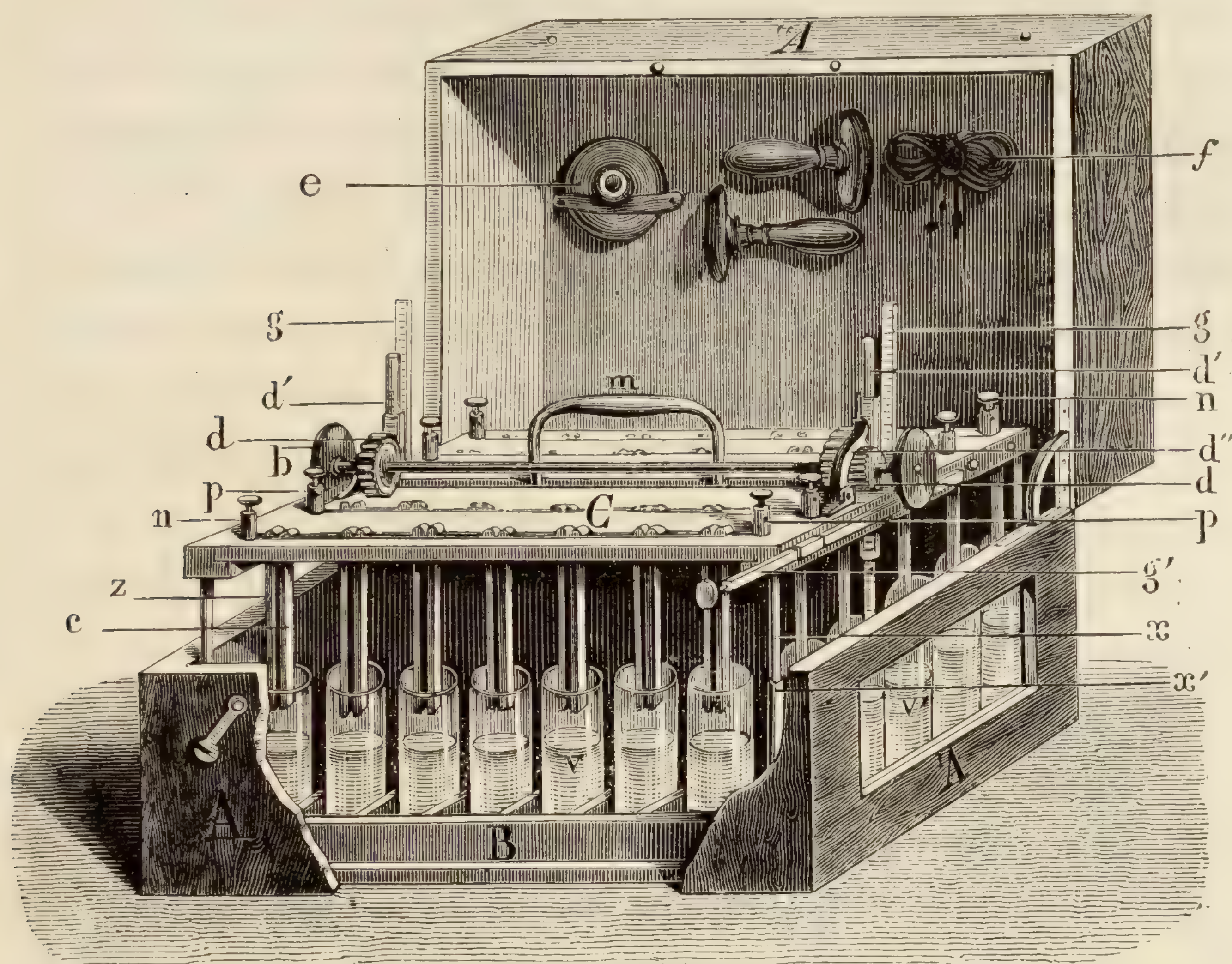


FIG. 60. — Appareil Ruhmkorff.

Les autres parties accessoires de l'appareil se trouvent placées au fond du couvercle de la boîte.

Cet appareil est donc construit sur les mêmes principes que ceux de Stohrer et de Smée ; il offre, comme ceux-ci, l'avantage de ne point s'user aussi rapidement, de pouvoir être entretenu très facilement, d'être facile à examiner dans toutes les parties ; de plus, grâce à la poudre de platine, mise sur le charbon, les gaz formés n'adhèrent pas et l'appareil est constant pendant plusieurs heures.

Mais il possède d'assez graves inconvénients : il est bien difficile, en effet, d'obtenir le même niveau liquide dans

tous les vases ; l'évaporation, de plus, fait chaque jour diminuer la quantité d'eau, et changer par conséquent la quantité de liquide. En même temps la solution devenant plus concentrée, l'action chimique ne sera plus la même pour la même surface de zinc en contact avec le liquide excitateur. Enfin, si l'appareil n'est pas placé bien d'aplomb, le niveau du liquide est différent dans les tubes de verre, ce qui rend encore l'intensité électrique variable. Lorsqu'on a immergé complètement les zincs, et si, pour diminuer la quantité, on ne veut en laisser plonger que le tiers de la surface, il faudra chaque fois, après avoir soulevé les zincs, attendre quelque temps, car les deux autres tiers du métal restent humectés assez longtemps par la solution de bisulfate de mercure.

L'appareil donne, il est vrai, un courant constant pour une même séance, mais il est difficile d'avoir à une séance suivante exactement la même intensité. Cela n'est pas impossible ni bien difficile à obtenir sans doute, si chaque fois on veut mesurer exactement au galvanomètre la quantité de gaz dégagée en une minute. Mais toutes ces recherches ne sont pas possibles dans la pratique. Pour les médecins, il est plus avantageux d'avoir un appareil qui donne constamment la même quantité d'électricité et qui ne nécessite aucune recherche minutieuse.

L'appareil de M. Ruhmkorff est très commode dans les recherches physiologiques, car il permet de varier d'un moment à l'autre la quantité d'électricité et d'étudier ainsi l'effet de cette propriété des courants électriques.

Appareil à polarisation de Jules Thomsens. — Cet appareil (fig. 61), qui a figuré pour la première fois à l'Exposition universelle de 1867, est fondé sur la polarisation du platine sous l'influence du passage d'un courant électrique. Il se com-

pose d'une planchette très épaisse de bois, sur laquelle se trouve placé, au milieu, un électro-aimant qui sert à faire tourner deux aiguilles métalliques *pp′ nn′* sur un cadran dont la circonférence est formée par une sorte de rainure large de 3 à 4 centimètres et où se trouvent placées des petites tiges métalliques. De chaque côté de cet électro-aimant se trouvent deux petites auges M et M′ divisées chacune en 15,20, etc., compartiments par des lames de platine. Chaque lame de platine est en communication avec un des boutons métal-

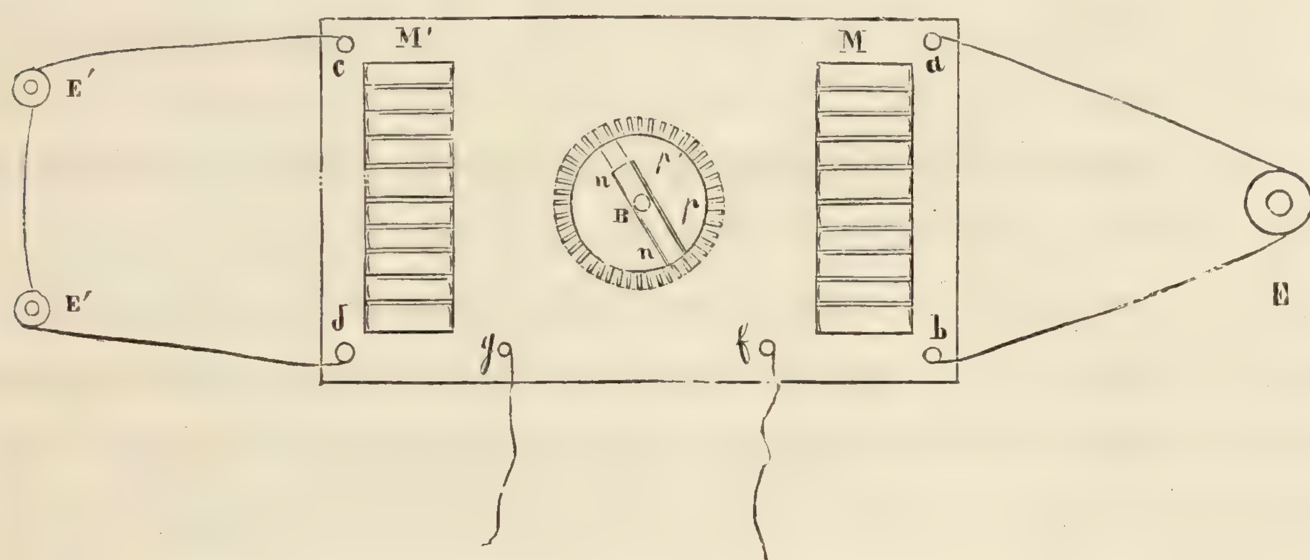


Fig. 61. — Figure schématique de l'appareil à polarisation.

liques du cadran B. Ces petites auges sont remplies d'eau acidulée avec l'acide sulfurique.

Un élément E de Bunsen fait marcher l'électro-aimant qui fait tourner les deux tiges métalliques *pp′* et *nn′* qui représentent, l'une le pôle positif et l'autre le pôle négatif.

Voilà maintenant comment fonctionne cet appareil : l'électro-aimant, que l'on pourrait remplacer par un ressort qui ferait tourner également les deux tiges *pp′* et *nn′*, fait parcourir selon la vitesse voulue tout le cercle du cadran à ces deux sortes d'aiguilles; celles-ci représentant les deux pôles d'une pile E′E et étant mises en contact avec les tiges métalliques qui se rendent aux lames de platine, font arri-

ver le courant jusque dans les auges M et M' par les communications *c* et *d*. A mesure que l'une ou l'autre des lames de platine reçoit le courant, l'eau acidulée qui se trouve entre ces lames est décomposée. L'oxygène se rend au pôle positif et l'hydrogène au pôle négatif, et les lames de platine qui représentent ces pôles se trouvent ainsi électrisées par polarisation. C'est cette électricité que l'on recueille aux boutons *g* et *f*. Pour que le courant soit continu, les aiguilles métalliques *pp'* et *nn'* sont plus larges que la distance qui sépare deux tiges métalliques, de sorte que l'aiguille touche une seconde tige avant d'avoir cessé d'être en contact avec la première.

Le platine étant un métal très cher, et le plomb possédant les mêmes propriétés de polarisation que le platine, nous avons cru pouvoir remplacer le platine par du plomb, ce qui diminuerait de près de moitié le prix de l'appareil. Nous avons prié M. Rasmussen, de Copenhague, qui fabrique cet appareil de Thomsens, de nous construire un appareil de ce genre avec des lames de plomb. Malheureusement, le plomb se couvre bientôt d'oxyde et ne peut alors être polarisé régulièrement. M. Rasmussen a alors essayé d'employer les lames de plomb platiné, mais dans ce cas encore, l'appareil, au bout de fort peu de temps, devient défectueux, car sous l'influence des courants électriques il se forme également des oxydes de plomb entre la lame de plomb et celle de platine. On est donc obligé de conserver des lames entières de platine.

Nous avons fait venir de Copenhague un appareil de ce genre, et nous l'avons employé en électrothérapie; les résultats obtenus sont très satisfaisants; mais, malheureusement, l'appareil est très incommode. Il est difficilement transportable, car il faut en même temps emporter trois

éléments de Bunsen (les éléments de Grenet, plus faciles à transporter, ne peuvent guère être employés) ; on est obligé de monter les piles chaque fois qu'on veut s'en servir ; on remplit l'atmosphère de la chambre du malade avec des vapeurs nitreuses, etc. Ce sont là de graves inconvénients, et qui sont à peine compensés par les autres avantages que donne cet appareil.

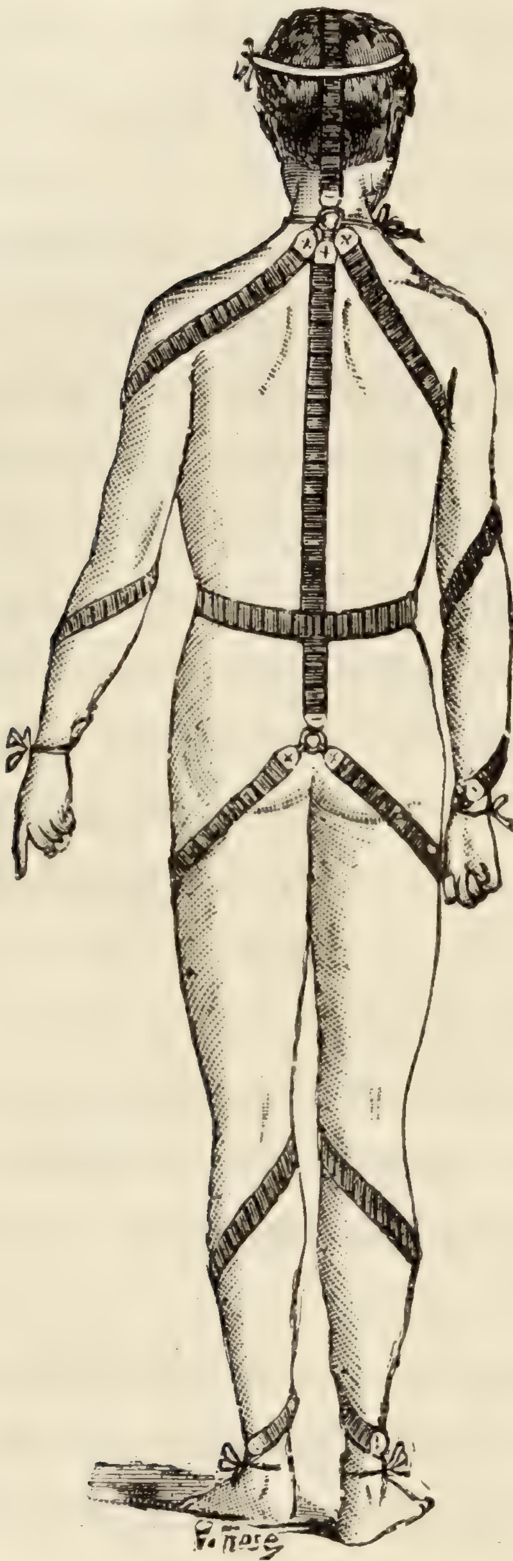
Au point de vue physique, cet appareil est un des plus intéressants qui aient été construits, et peut-être pourra-t-il obtenir des perfectionnements qui en rendront l'usage plus facile. Dans tous les cas, il peut-être utile au médecin, tant qu'il n'a pas besoin d'être déplacé ; il est préférable à la plupart des autres lorsqu'on veut agir sur des organes délicats et situés à l'intérieur du corps, comme la vessie par exemple, car il n'amène que fort peu de cautérisation par les produits électrolytiques. Nous avons obtenu, dans les cas de paralysie de la vessie, des résultats très remarquables avec cet appareil.

Chaînes Pulvermacher. — Enfin, nous croyons devoir mentionner les appareils de Pulvermacher. Ces appareils sont divisés en *bandes et ceintures galvaniques* flexibles et pouvant s'appliquer sur différentes parties du corps (fig. 62) et en *chaînes batteries.*

Inutile de dire que la pile est formée par des fils de cuivre et de zinc, qui sont séparés l'un de l'autre par des fils de soie et diversement groupés, selon que l'on veut mettre la pile en tension ou en quantité.

Pour faire fonctionner la pile, on la plonge dans de l'eau légèrement acidulée (fig. 63) soit par un peu d'acide sulfurique, soit simplement par du vinaigre ou de l'eau salée. Les chaînes-batteries ont jusqu'à 120 éléments, mais nous ne voyons guère l'utilité d'employer ces appareils dans ces

conditions, car les autres appareils seront toujours plus constants et plus faciles à graduer. Ce n'est donc que dans



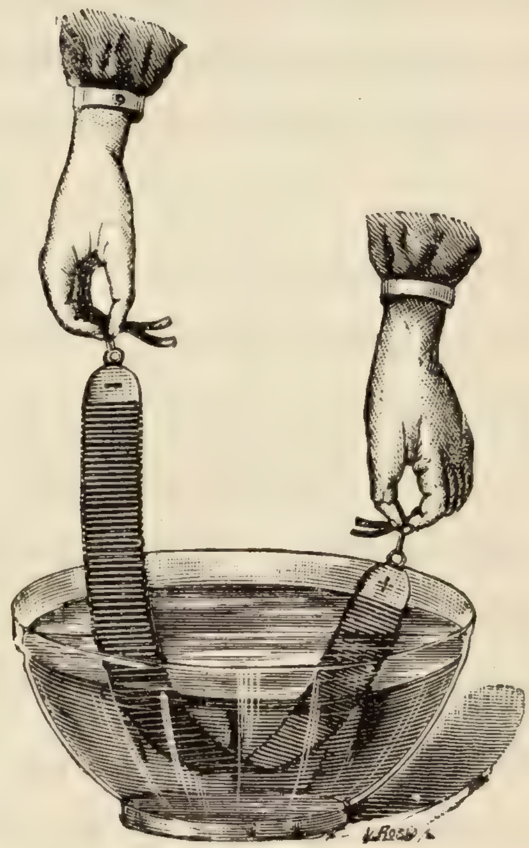


Fig. 63.

Fig. 62. — Chaînes de Pulvermacher.

les cas où l'on veut avoir une application prolongée sur un membre que l'on peut se servir avec avantage des appareils Pulvermacher. Il faut avoir soin de surveiller les

points de contact du pôle négatif, car il peut s'y former des eschares.

Quand on s'est servi d'un de ces appareils, il faut le laver à grande eau, l'essuyer et le suspendre pour le sécher complétement.

Des excitateurs ou rhéophores.

La plupart des excitateurs employés dans les applications médicales de l'électricité sont suffisamment connus pour que nous n'ayons pas à les décrire (pour plus de détails voir notre *Manuel d'Électricité*). En général,



Fig. 64.

on se servait surtout de cylindres de cuivre dans l'intérieur desquels on place une éponge mouillée (fig. 64). Ces excitateurs ont de grands inconvénients. L'eau qui se trouve dans les éponges est, dans les premiers moments, trop abondante, et pour peu qu'on presse un peu sur la peau, elle s'écoule tout autour des excitateurs. De plus, le rebord des cylindres de cuivre arrive facilement à être en contact avec la peau, ce qui est très douloureux.

Il est préférable de se servir de tampons métalliques,

recouverts de toile ou de peau humectée d'eau. La surface de ces tampons varie dans leurs formes et dans leurs dimensions selon les points du corps où ils doivent être appliqués. En général, sur les parties externes du corps, il est préférable d'employer des tampons très larges.



Fig. 65. — Électrode ordinaire.

Au lieu de tampons métalliques on se sert avec avantage, surtout pour les courants continus, de tampons en charbon (fig. 65). Ces derniers ont le grand avantage de ne pas s'oxyder.

Il faut avoir soin de mettre entre la surface des tissus et

le métal une couche d'eau plus ou moins épaisse. Pour maintenir cette couche humide sur la peau, le meilleur moyen est de mettre sur les rhéophores un morceau de peau. Cette peau absorbe très bien l'eau et la conserve en assez grande quantité sans pour cela inonder le malade. Il est complétement inutile de placer en-dessous de cette peau, un morceau d'éponge. Il est avantageux de bien mouiller cette peau, et de n'appliquer le tampon que lorsqu'elle est bien imprégnée. Nous n'employons jamais d'eau salée, ou acidulée, car il est préférable d'augmenter le nombre des éléments, et, quand on se sert d'eau acidulée ou salée, la sensation est de suite très vive.

Nous recommandons d'appliquer le tampon bien à plat et de déterminer une pression un peu forte. Lorsque le tampon est mis légèrement sur la peau, la sensation est plus vive, car le courant se disperse dans les nerfs cutanés qui avoisinent le contact, tandis qu'il pénètre de suite et avec une sensation moindre, lorsque le tampon est énergiquement maintenu sur l'épiderme.

Les divers rhéophores que l'on a construits pour la vessie, la matrice, etc., sont un peu compliqués et, quoiqu'ils soient pour ainsi dire classiques, nous ne nous en servons que très rarement. Ceux que nous recommandons et dont nous nous servons d'ordinaire sont beaucoup plus simples et plus faciles à manier.

Pour la vessie, la sonde exploratrice de M. Guyon constitue le rhéophore le plus avantageux, et on dirait presque qu'elle a été construite primitivement dans ce but. Elle se compose (fig. 65) de petits fils flexibles en cuivre qui aboutissent à une olive métallique que l'on peut dévisser et remplacer par d'autres d'une grosseur variable. A l'autre extrémité se trouve un petit crochet métallique, auquel on

suspend un fil conducteur. Cette sonde est très flexible, elle peut pénétrer facilement dans la vessie, sans déterminer d'irritation, et grâce au fil métallique, ou mieux au tissu métallique qui est renfermé dans une enveloppe isolante de gutta-percha, le courant arrive parfaitement jusqu'à l'extrémité qui a pénétré dans la vessie.

Pour la matrice, au lieu du rhéophore composé de deux plaques, tel qu'il a été construit par Duchenne et d'autres médecins, nous ne nous servons que d'un rhéophore communiquant avec un seul pôle, et qui, à vrai dire, est le rhéophore vésical décrit ci-dessus, augmenté dans tous ses diamètres.

Un fil de cuivre relativement flexible est terminé à l'une des extrémités par une olive nikelée, et à l'autre extrémité par une petite pièce métallique dont la construction est la





Fig. 66.

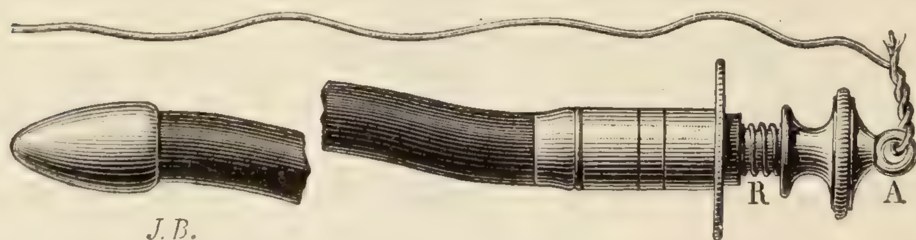


Fig. 67.

seule modification que nous y ayons fait faire par M. Collin (fig. 66). Un petit anneau surmonte cette pièce métallique et sert à recevoir par enroulement direct le fil conducteur. De plus, il existe un petit ressort R, qui maintient constamment et assez énergiquement l'enveloppe de gutta-percha contre l'olive de l'autre extrémité et cela dans le but d'empêcher que le cérat, la glycérine, l'huile, etc., dont on enveloppe cette olive, et les mucosités de la matrice et du vagin viennent, comme cela arrive dans tous ces rhéophores,

pénétrer entre le tube isolant et le fil métallique. Cet excitateur est également excellent pour l'électrisation du rectum et de l'intestin, surtout dans les obstructions intestinales, où il est utile de remonter aussi haut que possible dans le rectum.

Il est très avantageux d'employer des instruments recouverts d'une couche de nickel, car on évite ainsi les oxydations

M. Apostoli a conseillé l'emploi de la terre glaise, comme électrode, ce qui offre quelques avantages dans les cas où il est utile de faire l'application des rhéophores sur une surface inégale, et pendant une longue durée.

Quelquefois, surtout chez les enfants, ou lorsqu'on doit agir sur tout un membre ou sur tout le corps, nous faisons plonger les mains ou les pieds dans de l'eau dans laquelle on maintient un des pôles. Ce procédé a l'avantage de diminuer notablement la douleur locale que détermine l'application directe des réophores. En même temps on humecte ainsi complètement une certaine étendue de la peau, et par conséquent le courant pénètre plus facilement dans le corps. Ce n'est que bien rarement, cependant, que nous avons recours à ce procédé, et nous l'avons même presque complètement abandonné.

Maïs il ne faut pas confondre ce procédé avec les bains électriques. Dans les bains électriques, la surface électrisée est tellement grande que le courant perd beaucoup de son énergie, et en général on n'électrise que les parties superficielles, et surtout celles qui sont en contact avec l'entrée du courant dans l'eau (procédé Barda). Ces bains ont toujours été employés jusqu'ici avec les courants induits, et agissent surtout en excitant plus ou moins vivement la surface cutanée. M. le Dr Laillier les a employés avec avantage dans quelques affections hystériques et surtout

dans les tremblements dus à une cause générale telle que des intoxications métalliques, ce qui indique évidemment que ces bains ont une action tonique.

M. le Dr Constantin Paul a également publié une série de faits où il montre les bons effets qu'il a obtenus des bains électriques dans différents tremblements en employant le mode opératoire suivant :

Le malade est traversé par des courants interrompus ascendants fournis par l'extra-courant d'une bobine alimentée par une pile. Une plaque de charbon de cornue, constituant le pôle positif, est plongée dans la baignoire du côté des pieds, une autre servant de pôle négatif est placée au niveau du dos. L'intensité du courant est réglée par le plus ou moins d'éloignement des pieds du malade, de la plaque servant de pôle positif.

En Amérique les docteurs Beard et Rockvell, à Vienne le le docteur Fieber emploient, dans certains cas d'anémie, les bains électriques, en plaçant le malade dans de l'eau salée, dans laquelle plonge un des pôles, l'autre étant tenu en main.

Ajoutons encore que beaucoup de médecins ont prétendu que l'influence des eaux thermales était le résultat de légers courants électriques, et cela paraît probable au moins pour les eaux dites indifférentes. Quoiqu'il en soit, il y a là une étude à compléter et qui demande des recherches précises et de longue haleine. Il faudrait surtout expérimenter les divers courants électro-capillaires et voir quel est celui dont l'action se rapproche de celle des eaux minérales.

Des avantages et des inconvénients des appareils à courant constant et continu.

Nous avons déjà dit la plupart des avantages et des

inconvénients qu'offrent ces appareils; aussi nous ne voulons, dans ce paragraphe, qu'indiquer les faits principaux et les dispositions les plus avantageuses.

Il ne faut pas croire en effet, et nous ne pouvons assez le répéter, qu'il soit indifférent d'employer tel ou tel appareil, et que, du moment qu'on a un courant continu, il importe peu que le courant ait plus ou moins de tension ou plus ou moins d'action chimique. En physique, on ne tient compte que de ces deux conditions, et d'ailleurs on n'a pas à tenir compte d'autre chose. Il est facile d'un autre côté de combiner les surfaces des métaux et le nombre des éléments pour obtenir les mêmes effets physiques avec une pile au sulfate de plomb ou au chlorure d'argent, et la pile Daniell; on a donc la même tension et la même action chimique, et cependant, au point de vue physiologique, on n'aura pas les mêmes actions. Cette différence, que nous avons même essayé d'expliquer physiquement, est des plus importantes. Hiffelsheim, vers la fin de sa vie, employait de préférence dans les névralgies rebelles des éléments assez grands, mais dans lesquels il ne mettait que des liquides agissant très faiblement sur les métaux. Remak dit dans une note : « Je dois dire, pour les médecins qui voudraient répéter mes expériences, que l'effet curatif dépend de la surface des éléments de la pile, c'est-à-dire qu'*il faut rejeter absolument les piles composées de petits éléments*. »

Notre expérience vient à l'appui de ces deux savants, et nous avons toujours eu des résultats moins nets avec les appareils à petits éléments qu'avec les autres. C'est surtout lorsqu'on veut employer les courants continus du côté des centres nerveux, et dans les cas où l'on veut obtenir un effet calmant, qu'il faut se défier des appareils portatifs à courant continu, surtout de ceux dont l'action chimique est très

puissante. Dans les cas de névralgies, d'excitation des nerfs périphériques ou d'excitation spinale, dans les cas d'hystérie, de chorée, en un mot *dans tous les cas où il faut surtout agir sur le système nerveux*, il nous répugne toujours d'employer d'autres courants que ceux fournis par une pile moyenne au sulfate de cuivre.

Quelle que soit l'explication qu'on puisse donner de ces différences d'action, ce qui nous importe comme médecins, c'est de savoir que, pour obtenir des effets calmants et trophiques, c'est-à-dire les effets les plus avantageux des courants continus, il est préférable d'employer des piles à large surface, ou tout au moins des piles dont l'action chimique soit excessivement faible.

C'est ainsi que l'appareil de Stohrer a une action chimique très considérable, il est moins constant et également fort peu portatif. L'appareil au sulfate de plomb a les mêmes inconvénients que les appareils au protosulfate de mercure, il s'y forme des sels de sulfate de zinc qui surmontent les éléments, et établissent des communications entre eux; l'action chimique est assez forte, et de plus, il n'y a pas l'avantage des piles au protosulfate de mercure où le zinc est constamment amalgamé.

Enfin, l'appareil de Gaiffe, au chlorure d'argent, s'il a l'avantage d'être léger et portatif, a l'inconvénient de nécessiter l'intervention du fabricant, dès que le chlorure d'argent est usé. De plus, il a une action chimique même trop considérable; ce que l'on reconnaît par cela seul, que ces éléments font facilement marcher un appareil électro-magnétique. Règle générale, il ne faut pas qu'une pile qui doit être employée pour les courants continus, puisse être utilisée pour les appareils induits. C'est absolument le contraire de ce que bien des fabricants et

des médecins cherchent comme un perfectionnement, c'est à dire que les mêmes éléments puissent être employés pour tous ces usages médicaux.

L'appareil de Ruhmkorff, comme nous l'avons déjà dit, est difficilement constant dans la pratique et d'un maniement assez compliqué. Pour le médecin praticien, il ne présente aucun avantage sur les autres appareils à courant continu; de plus, il est plus lourd que les autres appareils portatifs.

D'un autre côté, beaucoup de ces appareils déterminent sur la peau une sensation très vive, ce qui est une condition excessivement défavorable. La douleur par elle-même est un excitant, elle oblige de plus à changer souvent de place et elle détermine des contractions involontaires; conditions qui troublent la constance du courant.

Il est important d'être bien fixé sur ces conditions, car déjà au commencement de ce siècle, malgré tout l'enthousiasme suscité à ce moment, on a abandonné les courants de la pile à cause de cet emploi inconsidéré de toute espèce d'appareils.

Pour toute médication, il faut tenir compte de la provenance, du mode de préparation, du mode d'administration, etc. Si un médecin donne un médicament mal préparé ou mal prescrit, on ne pourra pas en tirer la conséquence que ce médicament n'a aucune utilité, mais bien que le médecin n'a pas su l'employer. Si, à une certaine dose, ou dans une préparation spéciale, un agent thérapeutique peut-être calmant, par exemple, celui qui emploiera ce même médicament sous des formes différentes ne sera pas en droit d'en conclure que le médicament n'a aucune action calmante. Il en est de même pour les courants continus, et il y a sous ce rapport deux exagérations à craindre,

celle de vouloir en faire une panacée universelle, et de vouloir tout guérir par ce moyen; il ne manque pas de personnes et peut-être de médecins pour tomber dans cette erreur. La seconde exagération sera peut-être de douter des avantages thérapeutiques de ces courants, parce que quelques médecins, en les employant à tort et à travers avec de mauvais appareils et sans tenir compte des différences d'intensité et de direction, n'auront pas obtenu les succès qu'ils en attendaient.

Nous ne pouvons assez rappeler les essais malheureux faits dans les premiers temps par Duchenne de Boulogne : ayant employé des piles de Bunsen, il a observé de l'excitation chez les malades, et ces faits l'ont tellement frappé, que, jusqu'à la fin de sa vie, il était resté convaincu que les courants continus déterminaient une excitation considérable et qu'ils étaient douloureux.

En résumé, nous croyons que les médecins, quand ils le pourront, feront toujours bien d'employer exclusivement la pile de Daniell et ses différents dérivés.

CHAPITRE IV

DES PHÉNOMÈNES PHYSIQUES DE L'ÉLECTRICITÉ DANS LES CORPS VIVANTS.

Du corps considéré comme conducteur de l'électrité.

Avant de considérer le corps comme composé de matière organique vivante, réagissant dans ses fonctions essentiellement vitales sous l'influence de l'électricité, nous devons d'abord le considérer au seul point de vue de ses propriétés physiques comme conducteur de l'électricité.

Or, le corps des animaux est formé de plusieurs substances, ou mieux de différents tissus qui sont loin de présenter les mêmes caractères physiques; avant d'étudier la résistance du corps d'une façon générale, nous examinerons successivement chacun de ses tissus.

L'expérience la plus simple démontre combien l'épiderme sec, les poils, les ongles et en général toutes les substances cornées, sont mauvais conducteurs de l'électricité. Ce fait est important à retenir, à cause de l'épiderme, sur lequel on applique constamment les rhéophores. Nous reviendrons plus loin sur ce point.

Matteucci[1] a trouvé que la conductibilité des muscles était, comparativement à celle du cerveau ou des nerfs périphériques, comme 4 est à 1.

1. *Traité des phénomènes électro-physiologiques des animaux.* Paris, 1844.

Schlesinger[1], d'après ses recherches, donna comme proportion 8 :: 3, et remarqua en même temps que la conductibilité des os était égale à celle des nerfs.

Eckhardt et Ziemssen reprirent cette question et employèrent des procédés plus exacts. Eckhardt[2], en comparant les résistances que donnent au passage de l'électricité les différents tissus, trouva qu'il n'existe entre eux aucune proportion bien constante, mais qu'elle dépend surtout de *la richesse des tissus en liquides.* En représentant la résistance des muscles par 1, les autres tissus donnent les chiffres suivants :

Les tendons	de 1,8 à 2,5
Les nerfs	de 1,9 à 2,4
Les cartilages	de 1,8 à 2,3
Les os	de 16 à 22

Si l'on compare à ces chiffres ceux que donne l'analyse chimique, au point de vue de la quantité de liquides que renferment ces différents tissus, on trouve pour le muscle : 72 à 80 pour 100 d'eau, pour les tendons 62 pour 100, pour les cartillages 50 à 75 pour 100, pour les nerfs 39 à 66 pour 100, et enfin pour les os, 3 à 7 pour 100.

On voit donc qu'il y a une relation très réelle et directe entre la résistance des tissus au passage de l'électricité et la quantité de liquide qu'ils renferment.

Il est très facile, dans tous les cas, à l'aide d'un galvanomètre très ordinaire, de s'assurer que le muscle est relativement bon conducteur de l'électricité et que le nerf est très mauvais conducteur de cet agent.

1. *Zeitschrift der Wiener Aerzte,* 1852.
2. Eckhardt, *Beiträge zur Anatomie und Physiologie,* Giessen, 1856.
3. Ziemssen, *Die Electricität in der Medicin,* 1866.

Conséquences pratiques des résistances des différents tissus au passage de l'électricité.

De l'épiderme. — Nous venons de voir que l'*épiderme sec* offre une très grande résistance aux courants électriques ; il est donc important, si l'on veut agir profondément, ou si les courants que l'on emploie ne possèdent pas une haute tension, de mouiller l'épiderme, afin que le fluide électrique puisse pénétrer dans l'intérieur des tissus, l'eau lui servant de conducteur de dehors en dedans. C'est pour la même raison, qu'au lieu d'eau simple on emploie souvent, dans ce cas, de l'eau salée ou de l'eau acidulée, celles-ci conduisant mieux l'électricité que l'eau simple.

Chaque fois également que l'on emploiera des courants continus, il sera absolument nécessaire d'humecter l'épiderme, car ces courants n'ont jamais une tension suffisante pour vaincre immédiatement la résistance de l'épiderme sec ; ou bien, s'ils ont une intensité suffisante et s'ils agissent longtemps, ils déterminent des décompositions chimiques.

L'épiderme devra également être humecté, chaque fois qu'avec des courants d'induction on voudra agir profondément. Ces courants possèdent en général une tension assez forte pour se reconstituer à travers l'épiderme, mais lorsque celui-ci est sec, ils restent limités à la partie superficielle du corps. Les différences signalées par Duchenne dans ces conditions dépendent uniquement de cette plus ou moins grande conductibilité de l'épiderme ; on comprend, en effet, qu'en humectant l'épiderme on agit sur les muscles, tandis que lorsque l'épiderme est sec, ou qu'il est très-épais, l'électricité reste à la superficie et ne peut agir que sur les nerfs cutanés.

Des muscles et des nerfs. — Les muscles étant de tous les tissus du corps les meilleurs couducteurs de l'électricité, il en résulte que, lorsqu'on place dans un circuit électrique plusieurs muscles, ils seront tous traversés par le courant. Cela n'implique pas forcément que tous ces muscles doivent se contracter, car il faut encore une certaine intensité de l'agent électrique pour déterminer la contraction, et en général la contraction n'a lieu que pour les muscles placés aux points de concentration de la transmission électrique, c'est-à-dire à l'entrée et à la sortie du courant.

Les nerfs, considérés comme conducteurs physiques, sont, comparativement à ce que l'on croyait autrefois, de mauvais conducteurs de l'électricité; ils ne seront donc traversés par les courants électriques que dans les cas où ils se trouvent au milieu de tissus, que la force du courant sera parvenue à surmonter. En d'autres termes, il faut, pour électriser directement les nerfs, employer des courants à haute tension, et comme nous l'indiquerons tout à l'heure, rapprocher le plus possible les électrodes des nerfs.

Mais, hâtons-nous de le dire, le nerf vivant n'est pas un corps conducteur ordinaire. Ses propriétés physiques le rendent, il est vrai, mauvais conducteur de l'électricité; ses propriété vitales, au contraire, le rendent très sensible aux phénomènes électriques. Il n'a pas besoin d'être traversé dans toute sa longueur par le courant pour réagir et pour être influencé par l'électricité, il lui suffit, pour cela, d'être traversé en un point, ou peut-être même d'être rapproché d'un courant électrique. Il possède presque la sensibilité et les propriétés de l'aiguille aimantée, comme semble le prouver la sensibilité de la grenouille dite *galvanoscopique*.

Nous reviendrons longuement sur ce sujet, lorsque nous traiterons de l'influence de l'électricité sur le système nerveux.

Du trajet des courants électriques dans l'organisme. Application à l'électrisation des muscles et des nerfs.

On croit généralement que le courant va en ligne droite d'un pôle à l'autre. Cette opinion a donné lieu à plusieurs erreurs, dont une des plus importantes est celle qui fait considérer comme des contractions réflexes celles qui ont lieu en dehors de la ligne directe qui unit les deux pôles.

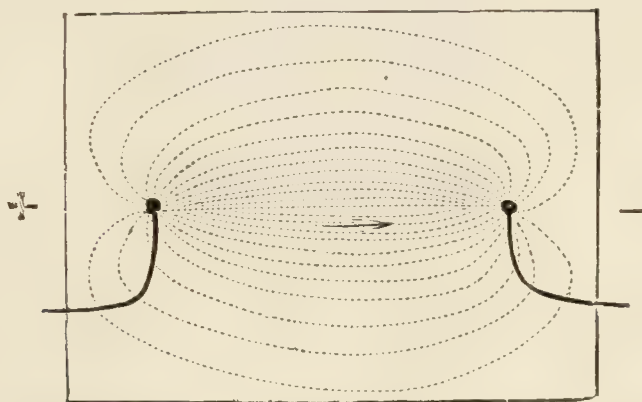


Fig. 68. — Conducteur de forme rectangulaire sur lequel sont appliqués les deux pôles d'une pile et indiquant le trajet suivi par les courants électriques.

Le courant électrique se propage par une sorte d'ondulation.

La figure 68 montre à peu près le trajet suivi par le fluide électrique entre les deux pôles placés sur une surface plane et régulière. C'est bien sur la ligne droite qui unit les deux pôles que le passage de l'électricité se fait le plus énergiquement, mais les parties avoisinantes sont également parcourues par des courants. Si l'on place les pôles aux extrémités du diamètre d'une sphère (fig. 69), on déterminera une série de lignes courbes se terminant aux points d'applications *a* et *b*.

Des expériences de M. Magrini, sous la forme des figures déterminées par des décharges électriques, démontrent que l'électricité se propage par une sorte de mouvement ondulatoire. En mettant une lame de verre en contact avec des lames de métal, d'étain par exemple, qui reçoivent et transmettent la décharge électrique, M. Magrini a vu souvent certains rayons électriques, arrivés sur le bord des glaces, se réfléchir en faisant un angle de réflexion égal à l'angle d'incidence. Quelques rayons subissent même deux réflexions

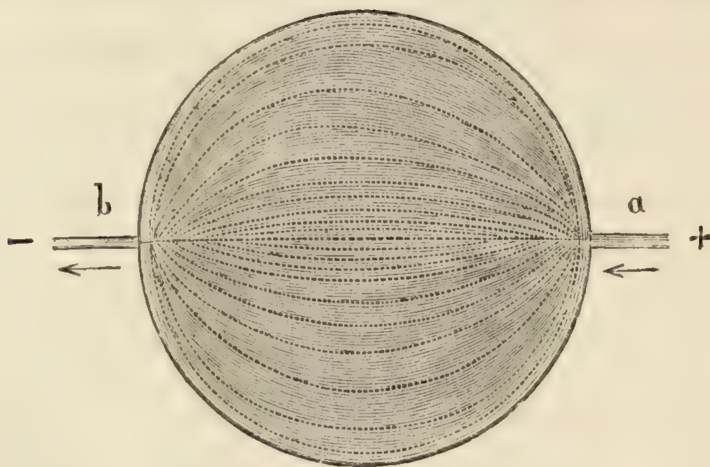


FIG. 69. — Conducteur sphérique. Entre *a* et *b* on voit les courbes suivies par les courants.

successives, toujours en suivant les lois de la réflexion lumineuse. La marche des rayons électriques est indiquée par la fusion du métal. On peut conclure de ces faits, que le mouvement vibratoire produit par l'électricité se transmet par des ondes qui grandissent en se propageant, et qui peuvent se réfléchir à la surface de séparation de deux métaux.

Des expériences de Nairne, confirmées par celles de M. Becquerel, ont montré que des fils métalliques parcourus par une décharge électrique incapable de les fondre, mais pouvant les rougir, se raccourcissent en même temps que leur diamètre s'accroît. Ces fils, traversés par un certain nombre de décharges électriques, prennent une forme

ondulée qui accuse un mouvement des molécules du fil perpendiculairement à sa longueur.

Une expérience faite par Legros et Ch. Robin montre également la manière de propagation de l'électricité. Ayant soumis des Noctiluques (*Nocticula miliaris*) à l'influence des courants d'induction, ils ont vu que la phosphorescence se produisait aussitôt avec un vif éclat. Les noctiluques couvraient la surface de l'eau, et l'on voyait aux deux points où plongeaient les pôles une vive lumière. La forme de cet espace lumineux était représentée par deux cercles réunis par une bande intermédiaire. Mais dans ces cercles même la lumière était plus vive en certains points qu'en d'autres, et, par conséquent, formait des ondulations.

En plaçant donc un courant sur le bras dans toute sa longueur, comme cela est représenté figure 70, les courants électriques prennent à peu près le trajet indiqué dans cette figure. Si nous rapprochons les deux pôles, nous obtiendrons les ondulations indiquées dans la figure 71. Toutes les parties qui se trouveront ainsi au-dessous des deux pôles seront parcourues par des courants électriques et l'on voit par là combien l'électrisation complètement localisée n'existe pas. Lorsqu'on emploie un courant assez faible, il ne peut déterminer de contraction qu'aux points qui avoisinent les pôles, mais cela ne prouve en aucune façon qu'une partie du courant, peu intense il est vrai, ne parcourt quelques autres muscles sous-jacents, ou même les nerfs de cette région.

Si le courant est énergique, et si les pôles sont éloignés l'un de l'autre, comme nous l'avons indiqué figure 70, tous les muscle du même membre vont entrer en contraction, car ils sont tous parcourus par le courant électrique qui, étant assez intense, fait contracter tous ces muscles. Ce sont là

des contractions dues à une action directe sur les muscles et sur les nerfs périphériques, et non à une action réflexe. Duchenne avait cru à tort que ces contractions sont provoquées par action réflexe, car il dit : « Si au lieu de tenir les deux rhéophores dans une seule main et à la même hauteur,





Fig. 70 Fig. 71.
Figures schématiques servant à indiquer le trajet suivi par les courants dans le bras et l'épaule.

on les éloigne l'un de l'autre sur la partie supérieure du membre, soit en tenant un rhéophore dans chaque main, on voit alors entrer en contraction les muscles de l'avant-bras ou du bras selon le degré d'intensité du courant. Les contractions musculaires provoquées par ce procédé d'électrisation sont incomplètes et irrégulières;... c'est *l'électrisation par action réflexe*[1]. »

1. Duchenne, *loc. cit.*, p. 111 et 112.

Il est certain que les courants d'induction, en traversant un membre, déterminent une irritation sur les nerfs sensitifs de cette région, et que cette irritation est transmise à la moelle, mais elle est rarement capable d'y déterminer des actions réflexes de cette énergie. Si, en dehors des conditions physiques du trajet des courants électriques dans l'organisme, et qui sont plus que suffisantes pour expliquer les contractions qui se font dans ce cas, il fallait encore démontrer l'erreur de Duchenne par des faits physiologiques, il nous suffirait de citer la seule expérience suivante. Si, sur un animal chez lequel on a détruit complètement la moelle, on fait passer dans un membre ou dans tout le corps un courant électrique d'induction, on obtient absolument les mêmes contractions. Il en est de même si l'on détache un membre du corps et qu'on l'électrise dans une portion de sa longueur. Dans ces deux conditions, les actions réflexes sont complètement impossibles, et les contractions ont lieu comme dans le cas où Duchenne admet des contractions réflexes.

La réunion près des électrodes des différents rayons du courant électrique, est la cause des contractions plus énergiques et souvent uniques que l'on obtient en ces points. La grandeur des électrodes doit donc avoir une influence sur la contraction des muscles environnants. Aussi, si l'on applique sur un muscle d'une certaine étendue et d'un volume un peu considérables des électrodes très étroits, d'un centimètre de diamètre par exemple, on n'obtient, même avec un courant assez fort, que des contractions isolées de quelques faisceaux musculaires. Avec le même courant, et même avec un courant plus faible, on obtient des contractions plus étendues, en employant des électrodes d'une plus grande surface. Le courant dans ce cas, entrant dans le

muscle par une grande surface de contact, agit sur un plus grand nombre de faisceaux musculaires et surtout sur un plus grand nombre de nerfs moteurs. Il faut ajouter de plus que, près du point d'entrée, le courant possède une force suffisante pour produire des phénomènes d'excitation, et que la surface du corps où le courant aura ces propriétés sera d'autant plus considérable que le rhéophore aura une plus grande étendue.

On voit donc, par ces considérations toutes physiques, que, lorsqu'on veut obtenir les contractions d'un muscle large ou de tout un groupe musculaire, il faut employer des rhéophores à large surface. Par ce moyen, on arrive également plus facilement à atteindre et à exciter les nerfs moteurs. Si au contraire on veut localiser l'influence de l'électricité en un seul muscle court, ou à une seule branche nerveuse, il sera indispensable d'employer des rhéophores qui n'offrent qu'une petite surface.

Aperçu général sur la résistance du corps humain.

Les recherches de divers auteurs ont donné des résultats différents sur la résistance qu'offre le corps humain au passage des courants électriques ; les uns l'ont estimé jusqu'à 13 000 ohms, tandis que d'autres ne l'évaluent qu'à 2900 ohms.

Le Dr Stone a cherché à obtenir des déterminations plus exactes, et il signale les trois causes d'erreur suivantes : 1° la difficulté d'établir chez l'homme un bon contact à travers l'épiderme ; 2° l'impossibilité de localiser la totalité du courant à cause de l'état tétanique déterminé par l'ouverture et la fermeture du courant ; 3° le fait que le corps humain est essentiellement électrolytique, et qu'il se forme

presque instantanément des courants de polarisation.

C'est cette dernière cause d'erreur qui, à notre avis, est la plus importante, et nous avons depuis longtemps insisté sur ces courants de polarisation qui sont une cause d'erreurs dans les expériences physiologiques. Nous revenons sur ce point assez longuement dans d'autres chapitres pour qu'il soit superflu d'y insister ici ; mais nous tenons à faire remarquer combien il est difficile d'établir exactement la résistance du corps humain, non seulement à cause des contacts ou à cause des contractions, mais bien à cause de la conductibilité différente de l'épiderme. Ainsi, à propos du rapport de M. du Bois-Reymond au congrès de l'Exposition internationale d'électricité, nous avons aussitôt fait les objections suivantes (*Comptes rendus des séances de la réunion internationale des électriciens*, octobre 1881) :

Pour les courants discontinus et pour les expériences physiologiques, la proposition de M. du Bois-Reymond est très juste; il suffirait, en effet, de se servir de son appareil à traîneau, d'avoir toujours la même distance entre des bobines identiques et de se servir, pour produire l'induction, d'un élément de Daniell.

Mais dans les applications des courants sur le corps humain et surtout dans les applications des courants continus, il est impossible, de prendre pour mesure de comparaison, comme le proopse la commission, des galvanomètres gradués en unités.

Il n'est guère pratique, en effet, d'employer dans les opérations médicales, les électrodes impolarisables que recommande M. du Bois-Reymond, qui sont composés d'argile plastique pétrie avec une solution de chlorure de sodium. Ces électrodes sont incommodes et, au bout de quelques temps, ils perdent de leur action.

Le rapporteur reconnaît lui-même « que les courants continus employés dans les opérations thérapeutiques ne peuvent être mesurés qu'après que le courant aura subi la diminution d'intensité résultant de la résistance de l'épiderme, etc. »

Ce sont précisément ces modifications produites par la résistance de l'épiderme qui rendent illusoire l'emploi des galvanomètres. En effet, si ces résistances peuvent à la rigueur être mesurées dans les expériences physiologiques, il n'en est plus de même dans les applications sur le corps humain.

Elles sont différentes non seulement d'un malade à l'autre, mais chez le même malade selon la région, selon l'état de la transpiration ou de la température, et selon la réplétion des vaisseaux sanguins.

Nous avons fait des expériences pour savoir si l'état de santé ou de fièvre influerait sur la nature des phénomènes électriques qui se produisent dans les tissus; nous espérions arriver par ce moyen à découvrir des lois ayant quelque rapport avec celles que donnent les variations de température, et faire du galvanomètre une sorte d'auxiliaire du thermomètre, dont les indications sont si précieuses dans les maladies. Eh bien, nous avons été obligé de renoncer à ces recherches, car elles ne donnaient que des éléments de comparaison complètement erronés. Nous avons même observé ce fait qui indique bien les difficultés insurmontables de rattacher les opérations thérapeutiques à une mesure quelconque, c'est que la déviation du galvanomètre est différente, selon le moment d'application des courants électriques, alors que toutes les conditions apparentes sont identiques. En effet, sur la même personne, avec la même intensité de courant, avec la même humidité

de l'épiderme, il y avait une différence sensible par cela seul que cette région avait déjà été traversée précédemment par un courant induit ou par un courant continu.

M. Stone croit avoir réussi à se mettre dans d'excellentes conditions en plongeant les pieds et les mains dans un bain d'eau salée, servant ainsi d'électrodes, car il veut avoir les rhéophores des plus grands possibles. La résistance de l'épiderme est, il est vrai, réduite ainsi à son minimum ; mais, comme nous l'avons déjà fait remarquer, la masse entière de l'eau ne sert pas de rhéophore, car le courant *prend toujours* le chemin le plus court, et va du niveau de l'eau où plonge un des pôles, au pôle placé plus haut sur le corps, ou bien, si l'autre membre plonge dans l'eau, à l'autre niveau d'eau. On peut s'en convaincre facilement en plongeant les mains ou les pieds dans un bain de ce genre, car ce n'est que dans la partie du corps qui est en contact avec la surface de l'eau que l'on éprouve la sensation du passage des courants électriques[1].

Néanmoins les expériences de M. Stone sont intéressantes à consulter, surtout dans les comparaisons entre les différents points du corps, car dans ces cas les résultats peuvent être considérés comme relativement exacts.

C'est ainsi que, en recherchant l'influence des principales directions du courant électrique à travers le corps humain, M. Stone a trouvé : 1° que d'une main à l'autre, le courant ne comportait pas de grandes variations d'une personne à une autre ; 2° que d'une jambe à l'autre les résistances variaient davantage, et cela s'explique facilement, car la différence entre un homme de grande taille et un homme de petite taille réside surtout dans la longueur des jambes ; 3° enfin, de la main à la jambe, ce qui est en réalité la meilleure expérience,

1. On peut dans ce cas, ne pas tenir compte des courants dérivés.

les variations seraient également peu considérables. (Comme nous le dirons plus loin, d'autres expériences semblent au contraire démontrer que la résistance varie beaucoup selon les individus.) Trois individus, tous de grande stature, servirent à faire les principales recherches et la différence fut, à vrai dire, assez peu considérable. La résistance du pied au pied fut successivement de 930 ohms, et du pied à la main de 1020, 1027 et 1032 ohms. Ces recherches ont en même temps fait découvrir cette loi intéressante, que, dans le corps humain considéré comme résistance, la longueur du levier osseux est proportionnelle à la surface de section des masses musculaires.

Cette loi montre que dans des corps différents de taille, mais de poids égaux, la résistance électrique est identique, car la longueur des conducteurs est contrebalancée par la surface de section.

Ajoutons encore les faits suivants qui méritent d'être confirmés. D'après le Dr Stone, sur six cas d'hémiplégie, dont trois du côté droit et trois du côté gauche, la résistance fut toujours moindre du côté malade que du côté sain, dans des proportions variant de 120 à 730 ohms. Le seul cas qui faisait exception à cette règle fut celui d'un ouvrier en cuivre. D'ailleurs la résistance générale des corps est également modifiée chez les personnes ayant dans leurs tissus des sels plombiques ou des sels mercuriaux.

On voit donc, combien il est difficile de donner des chiffres exacts pour la mesure de la résistance des corps humains. Des expériences récentes nous ont montré que, suivant les individus, la résistance pouvait varier de 5000 ohms à 20000, les mains étant mouillées, et chez ces mêmes individus les mains étant sèches, de 15000 à 30000 ohms.

De l'électrisation localisée.

Nous avons dit précédemment que la localisation mathématique de l'électricité dans une partie déterminée du corps était impossible. Mais d'un autre côté, nous savons qu'il faut aux courants électriques une certaine intensité pour produire une excitation des nerfs ou une action directe sur la contractibilité musculaire. De plus, nous venons de voir que la plus grande intensité se trouve au voisinage des rhéophores. Il est donc possible, en rapprochant les deux pôles et en n'employant que la force électrique voulue, de faire contracter individuellement chaque muscle ou chaque faisceau musculaire. Ce fait important, découvert par Masson, a été surtout généralisé par Duchenne, et c'est là le principe de l'électrisation localisée.

Il y a deux choses importantes à distinguer au point de vue de l'électrisation localisée : *a*. L'intensité du courant; *b*. Le point du muscle où les pôles sont appliqués.

a. — Il est évident qu'il ne peut être question ici de courants énergiques, car alors, comme nous l'avons dit, plusieurs muscles entrent en contraction. Il faut donc employer des courants moyens, qui aient assez d'intensité pour exciter les faisceaux musculaires que l'on veut faire contracter, mais qui n'aient point assez de force pour faire contracter des muscles voisins.

Pour atteindre ce but, il faut que le muscle que l'on veut faire contracter soit le plus rapproché possible des rhéophores, c'est-à-dire du point où le courant a le plus d'intensité; il faut de plus que, dans son trajet à travers l'épiderme, le courant ne perde point de son intensité.

Il est donc important, lorsqu'on veut agir, surtout sur un

muscle, de déterminer sur la peau une pression plus ou moins forte. L'espace à parcourir par le courant est ainsi diminué, et le courant arrive par conséquent au muscle avec plus d'intensité. Cette condition est surtout très utile lorsqu'on veut électriser un nerf profond.

En second lieu, pour que l'épiderme n'offre pas une résistance aussi considérable au passage du courant, il est indispensable de l'humecter. Le courant arrive alors au muscle avec une intensité assez énergique, car elle n'a point été diminuée trop notablement par la résistance de l'épiderme. De plus, le courant n'étant point trop concentré à la peau et suivant plus volontiers les corps bons conducteurs (eau, humeurs, muscles), n'agira que très faiblement sur les nerfs de la peau. Il n'aura donc, dans ce cas, qu'une très faible action générale, car l'excitation des nerfs sensitifs étant en partie évitée, il n'agira que localement sur les muscles sous-jacents.

Du moment qu'on emploie un rhéophore métallique sec, il ne peut plus être question d'une action locale. Dans ce cas, le courant ne pénètre pas profondément dans les tissus, il se combine dans les couches superficielles du corps, et, par son action sur les nerfs de la peau, agit indirectement sur la moelle, et, par conséquent, sur l'organisme entier. On détermine, lorsque l'épiderme est sec, une douleur très grande et pas de contraction, à moins d'employer un courant énergique. M. Fick attribue cette violente excitation des nerfs sensitifs à la division du courant principal en une multitude de petits rayons qui pénétreraient dans la peau, par les glandes sudoripares et les follicules pileux

Ce procédé est, par ces raisons mêmes, très avantageux, lorsqu'on veut agir sur les nerfs sensitifs, comme dans certains cas d'anesthésie et dans la plupart des cas, où l'on employait les appareils à électricité statique.

b. — On obtient une contraction plus énergique et plus étendue d'un muscle, selon les points où l'on applique les rhéophores. Ce sujet a été l'objet de nombreuses discussions entre Remak et Duchenne, mais aujourd'hui il ne présente plus grand intérêt. On sait, en effet, que la fibre musculaire se contracte sous l'influence d'excitants, indépendamment de toute excitation nerveuse; il est donc évident que, par l'action d'un courant électrique, le muscle peut se contracter par irritation directe[1]. Mais d'un autre côté, surtout pour les courants induits, il est certain que l'excitation du nerf moteur détermine des contractions plus énergiques et plus complètes. Il est donc important de chercher les points d'entrée des nerfs musculaires, afin de provoquer des contractions individuelles des muscles. Ces points d'entrée ont été trouvés expérimentalement par Duchenne; il ne les a pas indiqués spécialement dans ses écrits; mais il suffisait de le voir opérer pour être convaincu que c'est grâce à cette connaissance que Duchenne obtenait de si belles contractions individuelles des muscles. M. Ziemssen[2] a fait de ce sujet une étude particulière. Il a, sur l'homme vivant, cherché les points où chaque muscle, en étant électrisé, déterminait la contraction la plus forte. Pour bien délimiter ce point, il le marquait au moyen d'un crayon de nitrate d'argent, et disséquant en même temps un cadavre, il cherchait si ces points correspondaient à l'entrée dans les muscles des nerfs moteurs, où plutôt si les nerfs moteurs

1. Cette question, qui paraissait élucidée par l'action du curare sur le système nerveux moteur, est de nouveau mise en discussion, grâce aux différences de contractilité sous l'influence des courants d'induction et des courants continus, sur les muscles privés de leurs nerfs moteurs. (Voyez tous ces détails dans les cas de paralysie faciale et de paralysie traumatique.) Nous croyons, en effet, que la contractilité idio-musculaire existe réellement, mais qu'elle n'est point provoquée par les courants induits.

2. *Loc. cit.*

étaient en ces points les plus superficiels. Il arriva ainsi à vérifier que les points de la peau où l'électrisation donne les plus fortes contractions sont ceux qui correspondent au trajet superficiel des nerfs musculaires. Il a fait plusieurs planches où ces points sont indiqués pour les différentes parties du corps et nous en avons donné quelques spécimens dans notre *Guide pratique d'Électrothérapie.*

Outre ces points spéciaux, il en est d'autres où l'électrisation produit aussitôt des phénomènes généraux; ce sont ceux qui avoisinent de grands troncs nerveux. Si, par exemple, on vient à électriser la région du triangle de Scarpa, ou le creux poplité, on agira sur des troncs nerveux importants, et l'on déterminera des contractions dans tous les muscles du membre qui reçoivent leurs filets nerveux de ce tronc principal. De plus, on provoquera un fourmillement dans toute la jambe et une excitation très grande de la moelle. Ces phénomènes seront d'autant plus marqués qu'on se rapprochera plus des centres.

Des courants dérivés.

Ce que nous venons de dire au sujet de l'électrisation localisée se rapporte surtout aux courants d'induction. Dans l'emploi thérapeutique des courants continus, il est difficile de localiser aussi facilement leur action. Certes on peut, comme pour les courants d'induction, ne déterminer des contractions que dans certains muscles, on peut les faire contracter individuellement en mettant les pôles aux points d'entrée des nerfs musculaires, mais ces courants se répandent bien plus facilement dans les autres parties du corps, et donnent lieu à des courants dérivés, souvent assez énergiques pour être manifestés par les personnes électrisées.

Les courants dérivés sont faciles à expliquer par la figure ci-jointe (fig. 72). Étant donné un circuit fermé ABCD, le pôle positif étant placé en A et le pôle négatif en B, le courant principal se fera dans le sens de ACB. Mais en même temps un autre courant se fera de A en B, suivant le trajet ADB; ce dernier constitue le courant dérivé. On conçoit en même temps que plus A sera éloigné de B, plus le courant dérivé deviendra important; il en sera encore

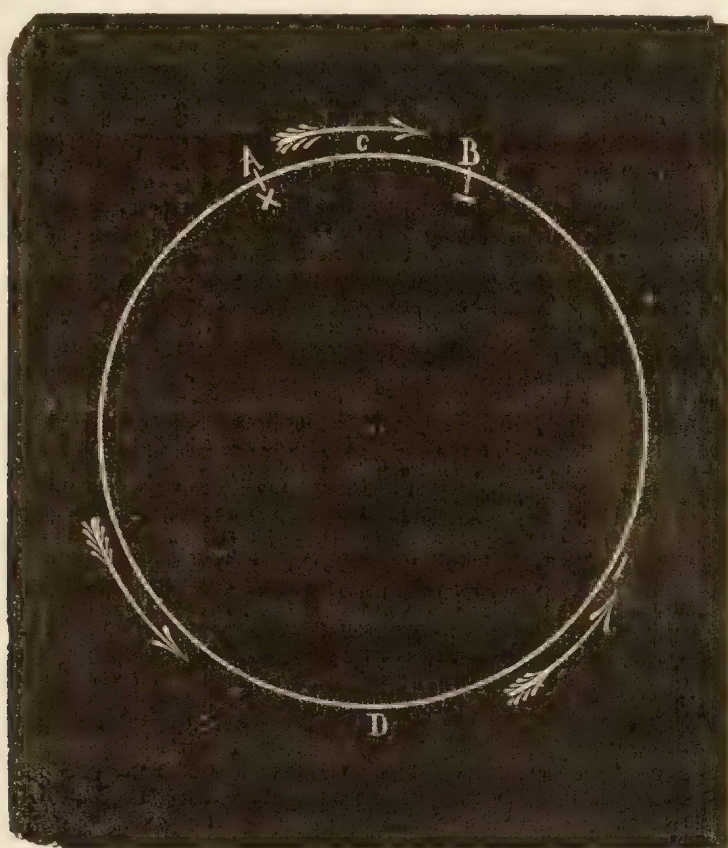


FIG. 72.

ainsi si les résistances entre A et B viennent à augmenter.

Nous aurons à nous occuper de l'influence de ces courants dérivés, lorsque nous parlerons de l'action de l'électricité sur le système nerveux. Notons seulement à présent qu'ils sont rendus évidents, surtout par les nerfs des sens. C'est ainsi qu'en plaçant un des pôles à la partie supérieure de la moelle, et l'autre sur la région lombaire, on obtient souvent une sensation métallique dans la bouche, des bourdonnements dans les oreilles, et des phosphènes. Ces phé-

nomènes sont dûs évidemment à des courants dérivés qui viennent irriter les nerfs de la langue, de l'oreille et de l'œil.

Le galvanomètre indique également très nettement l'existence de ces courants dérivés. Nous les avons constatés plusieurs fois chez différents animaux tant à sang froid qu'à sang chaud. Voulant mesurer les différences de température que déterminent, dans les tissus, le passage des courants électriques, nous avons employé l'appareil thermo-électrique. Nous enfoncions par exemple une des aiguilles dans le membre droit, l'autre dans le membre gauche; nous espérions ainsi, dans les commencements de nos expériences avoir de bonnes conditions pour mesurer les variations de température qui pourraient se produire du côté du membre électrisé.

Or, par ce procédé, en électrisant un seul membre, nous obtenions une déviation de l'aiguille tellement prompte et tellement forte (même avec le galvanomètre spécial thermo-électrique qui est bien moins sensible aux courants électriques que le galvanomètre ordinaire), que nous avons assez promptement reconnu l'erreur de notre expérimentation, et que nous avons été obligés de changer les conditions de nos recherches.

Cette déviation de l'aiguille ne s'obtenait jamais comme conséquence de courants électriques, lorsqu'on employait, pour électriser un membre, des courants d'induction, même lorsque les pôles se trouvaient très rapprochés de l'une des aiguilles thermo-électriques. En employant un galvanomètre ordinaire très sensible, nous n'obtenions également aucune déviation de l'aiguille dans ces mêmes circonstances. Nous pouvons donc conclure de ces faits : que les courants d'induction ne donnent pas lieu dans l'organisme à des courants dérivés [1]. Il en est tout autrement

1. Il est certain qu'avec les instruments les plus délicats on n'obtient pas la

des courants continus; ceux-ci déterminent constamment des courants dérivés. C'est ainsi qu'on obtient une déviation de 20 degrés du galvanomètre thermo-électrique, due aux courants dérivés, en électrisant un des membres avec dix éléments Remak. Le courant centrifuge nous donnait une déviation qui semblait indiquer une augmentation de chaleur, et ce fait a beaucoup contribué à nous maintenir quelque temps dans l'erreur. Le courant centripète donnait une déviation à peu près identique comme grandeur, mais en sens inverse.

Si les pôles sont placés complétement en dehors des membres dans lesquels plongent les aiguilles thermo-électriques, mais toujours dans le corps du même animal, par exemple dans les deux membres antérieurs, lorsqu'on électrise un membre postérieur, il y a encore une déviation de l'aiguille due à la production de courants dérivés. — En employant le galvanomètre ordinaire au lieu du galvanomètre thermo-électrique et des fils de platine enfoncés directement dans une partie du corps, et communiquant avec le galvanomètre, on obtient encore des déviations très grandes de l'aiguille. — Il est donc certain que les courants continus donnent lieu à des courants dérivés qui, dans certaines circonstances, peuvent déterminer des phénomènes sensibles.

Il y a plus. Voulant éviter l'erreur due à la déviation de l'aiguille du galvanomètre thermo-électrique, nous avons, pendant le passage du courant, détaché un des fils conducteurs du galvanomètre, et aussitôt après avoir supprimé le passage du courant, nous remettions les fils conducteurs en

preuve de l'existence des courants dérivés en se servant des courants d'induction; on peut néanmoins admettre qu'ils existent, seulement ils sont tellement rapides qu'ils ne peuvent être manifestés par le galvanomètre ordinaire.

rapport avec le galvanomètre. Nous espérions ainsi obtenir les effets de température dûs aux passages du courant, effets qui durent quelques temps après la cessation de l'électrisation. En même temps nous voulions, par ce procédé, nous mettre à l'abri de l'influence des courants dérivés, puisque ceux-ci n'ont lieu que pendant le passage du courant. Or, dans ces conditions même, l'aiguille du galvanomètre est déviée par des courants électriques. Ces courants sont évidemment le résultat de phénomènes de polarisation, car ils sont *toujours en sens inverse* des courants qui sont manifestés pendant le passage des courants électriques; ils font quelquefois dévier l'aiguille de 10 à 15 degrés, et la maintiennent pendant quelque temps au delà de zéro. Nous sommes certains, d'un autre côté, que cette déviation de l'aiguille est due à des courants électriques, car ils ont lieu très rapidement, et en sens inverse de la direction du courant de la pile.

Sur les animaux morts depuis quelques temps, les courants dérivés et les courants de polarisation sont bien moins marqués.

Nous aurons, comme nous l'avons déjà dit, à revenir sur l'importance des courants dérivés et des courants de polarisation. (Voyez le chapitre sur le système nerveux.)

Disons seulement qu'ils jouent également un rôle considérable dans les expériences de physiologie cérébrale, et que les courants dérivés ont dû déterminer et ont déterminé en réalité des erreurs dans les études de localisation cérébrale.

Pour compléter cette étude, il nous resterait à parler des effets chimiques de l'electricité dans son passage à travers la substance organique. Mais cette étude, ainsi que celle de quelques autres propriétés des courants électriques, trouvera mieux sa place dans un des chapitres suivants.

DEUXIÈME PARTIE

EFFETS PHYSIQUES ET CHIMIQUES DES COURANTS ÉLECTRIQUES

CHAPITRE PREMIER

DES EFFETS PHYSIQUES DES COURANTS ÉLECTRIQUES SUR LES CORPS VIVANTS.

Les courants électriques, en traversant les tissus vivants, agissent de deux façons bien distinctes. Ils provoquent d'une part des changements dus aux propriétés mêmes des courants électriques, et d'une autre part ils agissent indirectement en mettant en jeu les propriétés inhérentes aux tissus qu'ils parcourent. La première action est purement physique, elle est le résultat du passage de l'électricité dans un corps quelconque. Sans vouloir nous aventurer dans la discussion de la nature des phénomènes électriques, et rechercher si l'électricité est une vibration ou un flux, nous pouvons cependant constater que le passage de l'électricité dans un corps conducteur a pour conséquence un changement moléculaire de ce corps, qui, sous cette influence, acquiert des propriétés nouvelles. Si le corps traversé est un corps simple, un métal, par exemple, les phénomènes consécutifs au passage de l'électricité sont purement physiques; si le corps, au contraire, est un corps composé, le résultat est déjà plus complexe, le changement

moléculaire déterminé par le passage de l'électricité suscite en même temps des décompositions ou des combinaisons nouvelles, et aux phénomènes physiques viennent s'ajouter des phénomènes chimiques. Dans les tissus vivants, qui ont leur activité propre, l'influence des courants électriques est encore plus compliquée, car non seulement les changements physiques et chimiques existent toujours, mais le jeu normal des molécules organiques se trouve modifié.

Nous croyons utile d'étudier séparément ces différentes actions, afin de bien déterminer, dans les phénomènes qui accompagnent le passage de courants électriques dans les tissus vivants, ceux qui appartiennent aux courants électriques mêmes, et ceux qui résultent de l'excitation qu'éprouvent les tissus.

Les phénomènes physiques de l'électricité sont la lumière, la chaleur et le transport mécanique des corps.

Phénomènes lumineux.

En traversant les tissus vivants, l'électricité ne produit aucun phénomène de lumière, et cela est tellement évident, d'après les lois physiques, qu'il serait oiseux d'insister sur ce point.

Cependant la lumière électrique a quelques applications en médecine. C'est ainsi que M. le docteur Millot a cherché à l'employer pour éclairer, pour ainsi dire, l'intérieur du corps. Ses recherches ont été faites il y a quelques années ; dans certaines conditions, comme nous l'avons constaté nous-mêmes, on peut par ce procédé distinguer les formes des organes internes.

Son appareil consiste dans un tube épais de verre où sont

renfermés les deux pôles d'une forte pile. Il introduit ce tube en verre dans les ouvertures naturelles du corps, dans le rectum, par exemple, et, l'appareil une fois placé, il fait circuler le courant qui produit une vive lumière. Dans les cas favorables ont peut alors apercevoir la place et la forme des organes, tels que la matrice, les intestins, etc.

Récemment, M. Trouvé a cherché à perfectionner l'arsenal électrique pour éclairer les organes, et il donne le nom de polyscope[1] à un appareil qui permet de porter un fil de platine dans les différentes cavités du corps. Ce fil de platine, lorsqu'on le fait rougir, projette de la lumière sur les points que l'on désire examiner.

La base de cet appareil est la pile à polarisation de M. Gaston Planté, à laquelle M. Trouvé a ajouté un rhéostat qui permet de graduer l'intensité du courant, et d'un galvanomètre spécial à deux circuits qui sert à indiquer l'état dans lequel se trouve la batterie et surtout l'état de charge du réservoir.

Voici ce que nous écrivions dès 1873 dans le *Mouvement médical:* « Un des appareils que l'on peut également employer en chirurgie, surtout pour la petite chirurgie, est l'appareil de M. Planté. Nous allons y insister un peu plus longuement, *car nous ne croyons pas que, jusqu'à présent, on ait indiqué pour les usages médicaux, cette pile dont le fonctionnement est des plus intéressants et des plus curieux.*

» A l'aide des couples et batteries secondaires de M. Gaston Planté, on peut condenser, accumuler, emmagasiner en quelque sorte, la force d'un courant électrique; ces piles

1. M. Planté, l'inventeur de la pile à polarisation, reproche à M. Trouvé l'emploi du mot *polyscope*. « Ce nom, dit-il, ne saurait convenir à notre couple secondaire, pas plus que ne conviendrait le nom de *cautère*, pour désigner la source du courant électrique destiné à produire l'effet lumineux ou calorifique. » (*Recherches sur l'électricité*, par Gaston Planté, 1879.)

jouent vis à vis de la pile voltaïque un rôle tout à fait analogue à celui de la bouteille de Leyde, et des batteries électriques proprement dites, vis-à-vis de la machine électrique ordinaire.

» Ces appareils que M. Planté a fait connaître dès 1860.

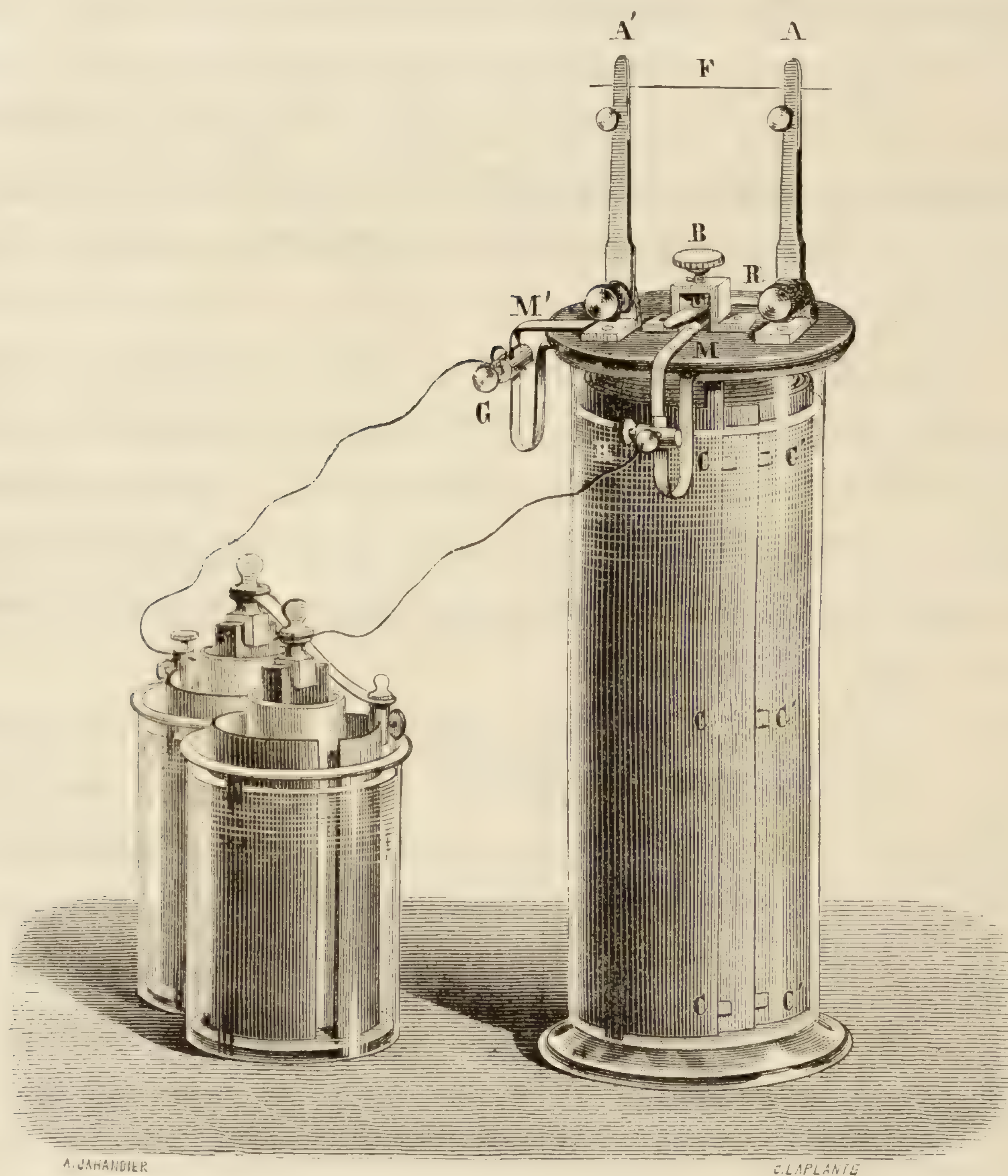


Fig. 73. — Couples secondaires de M. Planté.

et dont nous donnons ici (fig. 73) les plus récentes dispositions, sont construits surtout en vue de la démonstration; mais de très légères modifications permettraient de les appliquer à la médecine dans des cas déterminés.

» Le couple secondaire de M. G. Planté est formé de deux longues et larges lames de plomb enroulées en hélice, séparées par des bandes étroites de caoutchouc C. C C. C′ C′C′, (fig. 73), et immergées dans l'eau acidulée de 1/10 par l'acide sulfurique. Le couvercle du vase en verre, renfermant le couple, porte des pinces A A, et un bouton B destiné à former le circuit secondaire dans lequel se trouve un fil métallique F.

« On charge l'appareil en le faisant traverser par le courant de deux petits couples de Bunsen pendant dix minutes environ. (On peut le charger également avec deux couples dans lesquels l'acide nitrique est remplacé par du bichromate de potasse acidulé, ou par trois couples à sulfate de cuivre; mais dans ce cas, le temps de la charge est nécessairement plus long.) Sous l'influence du passage du courant primaire, l'eau est décomposée, et le péroxyde de plomb formé sur la lame positive, devient la source d'un courant secondaire puissant qui peut, lors de la fermeture du circuit, porter à l'incandescence un fil de platine, de 1 millim. de diamètre, pendant plus d'une minute (ou un fil de 1/2 millimètre de diamètre, pendant deux à trois minutes), brûler un gros fil d'acier, et produire, en un mot, des effets bien supérieurs à ceux de la pile qui sert à charger le couple secondaire. L'une des plus curieuses propriétés de cet appareil est qu'il peut conserver la majeure partie de sa charge pendant plusieurs jours. De plus, comme le travail chimique, qui s'opère pendant la charge, se reproduit identiquement en sens inverse pendant la décharge, il en résulte que les lames de plomb et le liquide dans lequel elles plongent, ne s'usant point, ne doivent jamais être renouvelés[1].

1. On reconnaît que le couple secondaire est chargé à l'apparition du dégagement de gaz sur les lames de plomb. Mais cet indice n'a de valeur que lorsque le

» On conçoit que les effets d'accumulation calorifique du courant voltaïque, à l'aide de ces couples secondaires, puissent être utilisés dans la galvano-caustique, particulièrement dans les cas où on n'a pas besoin d'une action de longue durée.

» Nous avons pu exécuter nous-mêmes, avec cet appareil, l'amputation des membres postérieurs d'un lapin et faire quelques petites opérations chirurgicales chez l'homme.

» En augmentant, du reste, la surface des couples secondaires, on peut en accroître encore les effets, prolonger la durée de la décharge, et obtenir ainsi l'incandescence de fils de platine pendant plusieurs minutes.

» Il importe de dire que les effets des couples secondaires sont d'autant plus marqués et prolongés qu'ils servent depuis plus longtemps, et qu'ils ont été plus souvent traversés par le courant primaire ou principal. Neufs, ils ne donnent que des effets de courte durée ; mais en les *formant* ou les vieillissant (ce à quoi on parvient assez vite en faisant passer dans les premiers temps, le courant tantôt dans un sens, tantôt dans un autre), en les chargeant ensuite une fois *formés*, toujours dans le même sens, on obtient des effets d'une intensité remarquable.

» L'appareil de M. Planté rendra de grands services aux médecins qui n'ont que des cautérisations peu étendues à

couple secondaire sert assez fréquemment et lorsqu'il n'est pas resté longtemps abandonné.

Si on l'a laissé longtemps sans le faire fonctionner, des bulles de gaz peuvent apparaître, dès les premiers instants de passage du courant des 2 éléments (Bunsen ou bichromate) et ce ne serait pas là une preuve que le couple est chargé. Dans ce cas, c'est plutôt l'intervalle de temps, pendant lequel on le laisse en fonction, que l'on considère pour juger s'il doit être chargé. Il n'y a d'ailleurs aucun inconvénient à laisser traverser très-longtemps le couple secondaire par le courant primaire dans le sens indiqué, et alors même que les gaz se dégagent abondamment. Il ne s'en charge que plus complètement, et n'en conserve que plus longtemps sa charge.

Toutefois il faut éviter, pour le charger, d'employer une tension supérieure à celle de 2 éléments de Bunsen, parce qu'un dégagement de gaz par trop vif pourrait faire monter trop haut le liquide dans le vase et le faire déborder.

faire, et qui, ayant déjà à leur disposition quelques éléments de Bunsen, ou d'autres analogues, pourront les utiliser au point de vue galvano-caustique, en les faisant agir sur la pile secondaire. Le fait important en pratique est, en effet, cette accumulation possible d'électricité, qui permet de condenser l'électricité dégagée pendant un certain temps par deux ou trois éléments, et d'obtenir ainsi la même quantité d'électricité qu'avec vingt ou trente éléments. »

C'est à cet appareil que M. Trouvé a adapté ses réflecteurs (fig. 74), qui tous ont la forme parabolique, et qui sont émaillés à la partie convexe, ce qui permet de les tenir longtemps en contact avec les muqueuses, sans que celles-ci soient incommodées par l'échauffement des réflecteurs.

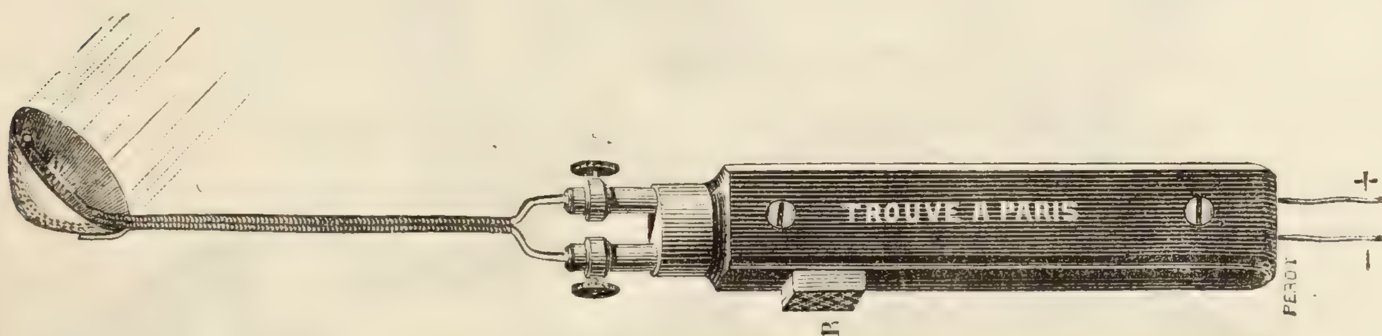


FIG. 74. — Réflecteur trouvé.

Ces appareils d'éclairage sont très commodes dans bien des cas, mais il ne faut néanmoins pas en exagérer l'importance et dire avec l'inventeur, « qu'aucun autre système d'éclairage ne peut rivaliser avec celui-ci pour éclairer le fond d'un speculum, pour voir l'utérus, le vagin, les muqueuses du rectum, le fond de la gorge, etc. A vrai dire, comme l'a très bien fait observer le Dr Krishaber dans un article de la *Gazette hebdomadaire* (juillet 1880), ce moyen d'éclairage ne permet d'une manière satisfaisante qu'une seule exploration, celle des dents (Voir fig. 75).

La figure ci-jointe représente le réflecteur de la bouche. La puissance de ce réflecteur est telle, que les dents deve-

nant complétement transparentes, on ne perd aucun détail de leur état. Il est représenté en fonction.

Pour la chirurgie dentaire, M. Planté avait également fait construire un couple secondaire de petite dimension.

Ces couples se composent d'un vase extérieur dans lequel se trouvent enroulées deux petites lames de plomb

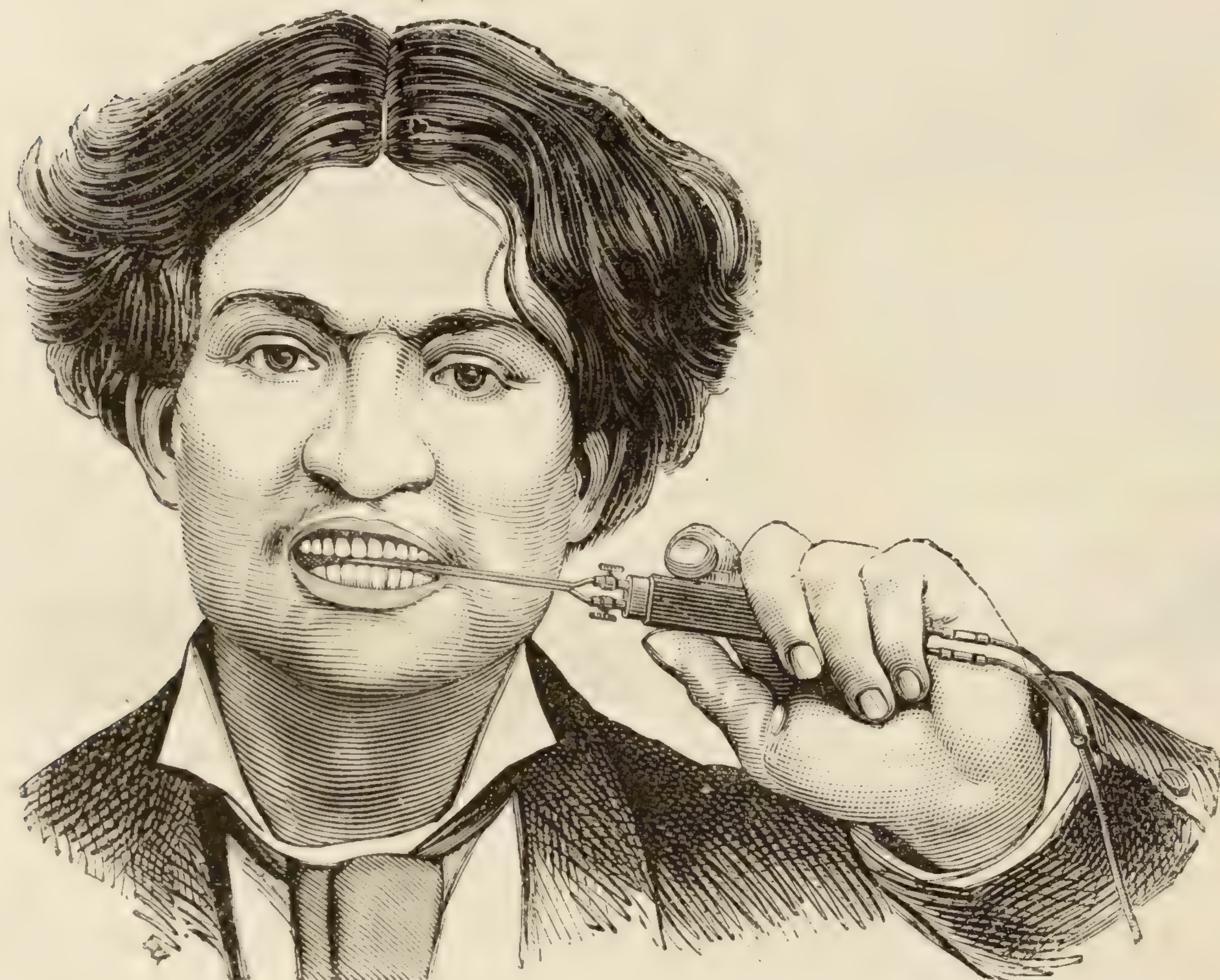


Fig. 75. — Réflecteur dentaire.

immergées dans de l'eau acidulée. Les flacons sont complètement bouchés à l'aide d'un petit bouchon en caoutchouc s'adaptant au tube de verre qui traverse le bouchon principal du couple, ils sont renfermés dans un étui et peuvent ainsi être transportés facilement dans la poche. Les couples bien *formés* peuvent rougir un fil de platine d'un demi-millimètre pendant deux à trois minutes et un fil de $\frac{2}{10}$ de millimètre pendant cinq à six minutes.

Afin de prévenir la fusion des fils de platine par une trop

vive incandescence sous l'action du courant, M. Trouvé a ajouté aux appareils, un rhéostat destiné à graduer l'intensité du courant suivant le diamètre du fil employé. Il a ajouté également un galvanomètre à deux circuits, pour apprécier l'intensité du couple secondaire et reconnaître l'état dans lequel se trouve la pile destinée à le charger.

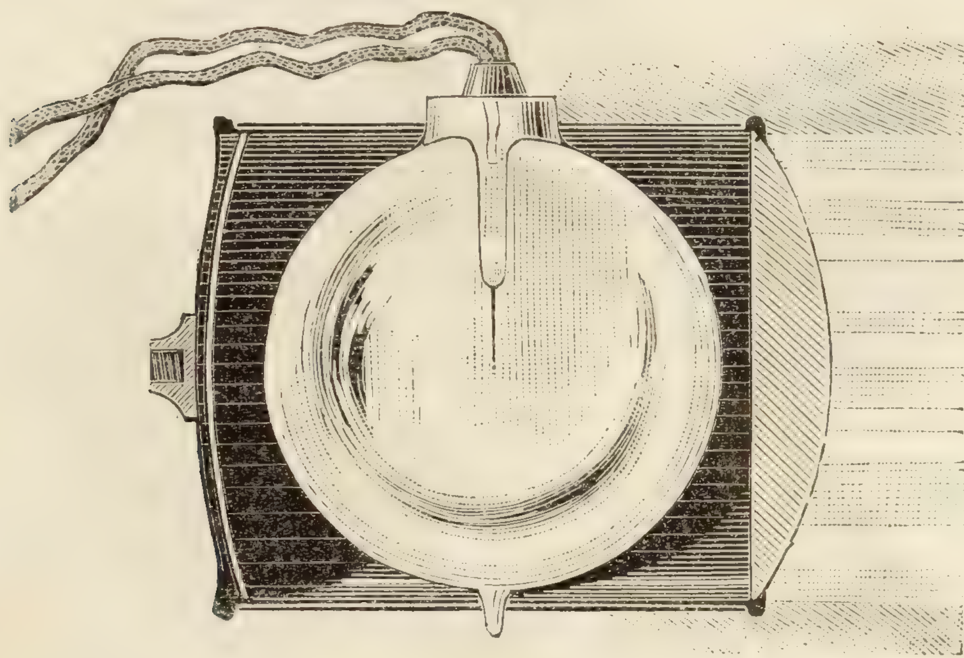


Fig. 76. — Photophore électrique.

— Sur les indications de M. le D[r] Helot de Rouen, M. Trouvé a égalemen fabriqué un appareil, dit *Photophore électrique*, dans lequel on se sert comme source d'électricité des lampes à incandescence imaginées par Edison et Swan (fig. 76).

Cet instrument est constitué par une petite lampe à incandescence dans le vide, comprise dans un cylindre métallique, entre un réflecteur et une lentille convergente.

Peu volumineux, l'appareil s'applique sur le front, comme

les miroirs dont on se sert pour éclairer par réflexion la gorge, les oreilles, etc. (fig. 77). La lumière qu'il fournit, est très intense. On peut en faire varier le champ à volonté, par un léger glissement de la lentille.

Placée dans l'axe des yeux, la lumière accompagne, pour



Fig. 77. — Photophore électrique adapté au front.

ainsi dire, le regard de l'opérateur, qui n'a pas à s'en occuper. Ses deux mains restent libres, il peut se déplacer, en suivant les mouvements du patient, sans que l'éclairage en soit diminué. La source d'électricité est la pile au bichromate de potasse sursaturée.

Ce puissant appareil d'éclairage peut trouver son application dans un grand nombre de circonstances, qu'il s'agisse d'éclairer un champ opératoire, profondément situé ou des cavités naturelles comme la bouche, la gorge, les oreilles, le vagin, etc.

Chaleur produite par les courants électriques

Il se produit un dégagement de chaleur dans tout conducteur qui, tout en transmettant un courant, présente quelque résistance à son passage. Les tissus vivants étant des corps mauvais conducteurs, se trouvent naturellement dans ce cas. Nous avons essayé de constater ces effets, et nous avons d'abord employé pour cette étude un appareil thermo-électrique. Nous espérions, d'après nos premiers essais, avoir trouvé des résultats assez marqués, mais nous reconnûmes bientôt notre erreur, car les déviations de l'aiguille du galvanomètre étaient dues à des courants électriques, et non à des changements de température. Cette cause d'erreur étant toujours à craindre dans des expériences de ce genre, malgré toutes les précautions que l'on peut prendre, nous eûmes recours à des thermomètres très sensibles. Walferdin voulut bien mettre à notre disposition des thermomètres qui accusent plus d'un centième de degré; mais, même avec ces appareils, nous n'avons pas pu constater, d'une manière bien exacte, des différences de température dues au passage de courants électriques. Les conditions, d'ailleurs, dans lesquelles on est placé, sont trop défectueuses pour qu'on puisse évaluer si le passage d'un courant élève la température par cela seul que les tissus sont mauvais conducteurs. D'abord, les tissus sont toujours imprégnés de liquides, ce qui rend les changements de température moins considérables, et, d'un autre côté, sur les tissus vivants, on détermine constamment du côté des muscles ou de la circulation des effets physiologiques qui sont accompagnés de chaleur; même

sur les tissus morts on provoque des décompositions chimiques, de sorte que l'on ne sait jamais ce que l'on doit attribuer à la seule influence du passage de l'électricité.

Ces recherches n'auraient d'ailleurs que fait peu d'utilité, et c'est au point de vue chirurgical uniquement qu'il est important d'étudier les effets caloriques des courants électriques.

Galvanocaustie. — La galvanocaustie thermique est fondée sur la chaleur considérable que dégagent les courants électriques intenses, lorsqu'ils traversent un corps métallique et spécialement le platine.

La quantité de chaleur dégagée est proportionnelle à l'intensité du courant et à la résistance que le fil métallique oppose au passage de l'électricité. A côté de cette loi physique, il est un autre ordre de considérations dont il n'a pas été tenu compte dans les ouvrages spéciaux d'autant plus qu'elles paraissent paradoxales, nous voulons parler de l'*influence du milieu sur l'échauffement des fils.* Cette influence, que l'on a trop méconnue, a cependant une importance pratique.

Si l'on fait rougir un fil de platine assez long, et si, en un point quelconque de ce fil, on vient à appliquer un morceau de glace, ou bien encore, si on en plonge une partie dans de l'eau, on voit que les autres parties du fil deviennent beaucoup plus incandescentes, passent du rouge brun au rouge blanc, et arrivent même à fondre, si le courant est énergique et si le refroidissement est maintenu pendant quelque temps.

Pour mieux démontrer ce fait important dans les applications chirurgicales, on peut plonger dans un peu d'eau la partie moyenne d'une lame mince de platine, qui rougit par le passage du courant que donne une pile galvano-thermique ordinaire.

Aussi longtemps que l'on maintient cette lame de platine à l'air, elle reste rouge cerise, mais, au moment où l'on plonge la partie moyenne dans de l'eau, on voit les deux parties latérales devenir aussitôt plus brillantes et arriver à fondre.

De plus, quand la lame de platine rougit à l'air, le manche en cuivre qui porte les fils de platine n'a qu'une température très modérée et peut impunément être touché par l'opérateur; tandis que, lorsque l'on plonge la partie médiane de la lame de platine dans l'eau, les tiges de cuivre deviennent beaucoup plus chaudes et peuvent même amener de légères brûlures. Que s'est-il passé dans ces conditions?

Pourquoi, lorsque l'on refroidit une partie du fil de platine les autres parties s'échauffent-elles beaucoup plus? C'est uniquement parce qu'en refroidissant une partie du fil de platine les molécules arrivent à se resserrer et par conséquent conduisent mieux l'électricité; le courant passe alors avec une plus grande intensité dans les parties du fil de platine non refroidies.

Le froid diminue la résistance des fils métalliques, tandis que la chaleur augmente cette résistance. Donc, en refroidissant une partie d'un fil de platine, c'est, pour ainsi dire, diminuer la longueur de ce fil et c'est par conséquent augmenter l'intensité du courant. De là, deux principes importants dans les opérations chirurgicales ou les phénomènes sont les mêmes que ceux que nous venons de signaler.

En plongeant, par exemple, le couteau galvanocaustique dans les tissus, on refroidit la partie moyenne du couteau et les deux extrémités qui se trouvent près des tiges en cuivre s'échauffent d'autant plus que l'on maintient le refroidissement pendant un temps plus long.

Aussi, chaque fois que l'on plonge un fil de platine dans

les tissus, les parties extérieures de ce fil s'échauffent par cela même, et si l'on veut maintenir la lame de platine dans les tissus, et en augmenter la chaleur, il faut refroidir avec de la glace, ou asperger constamment avec de l'eau, les parties qui se trouvent à l'air libre. Loin de diminuer ainsi la température du couteau galvanocaustique, ce que l'on pourrait croire au premier abord, on l'augmente au contraire, en même temps qu'on empêche la rupture du métal.

Nous pouvons encore tirer de ces faits cet autre principe galvanothermique, à savoir, qu'il est toujours difficile de faire rougir une lame ou un fil de platine dans les tissus, et qu'il est important de les retirer des tissus pour les laisser chaque fois rougir de nouveau à l'air libre ; ce qui, en réalité, est plus pratique que de refroidir les parties qui se trouvent à l'air libre.

Il ne faut donc jamais laisser les instruments galvanocaustiques trop longtemps dans les plaies, et il faut les retirer dès qu'on a cautérisé une certaine étendue.

Les tiges en cuivre qui se trouvent porter les fils en platine, s'échauffent elles-mêmes au point de pouvoir déterminer des brûlures. Cela a de grands inconvénients pour l'opération, car très souvent on détermine ainsi des brûlures éloignées et toujours inutiles, mais de plus, *le cuivre par suite de son échauffement devient mauvais conducteur de l'électricité* et l'intensité du courant se trouve par cela même considérablement diminuée dans les parties du fil de platine qui sert de cautère.

Une fois que le cuivre est mauvais conducteur, il va continuer à s'échauffer de plus en plus par le passage du courant électrique. Il est donc nécessaire, chaque fois qu'une opération doit durer quelque temps, de ne jamais laisser prendre aux tiges de cuivre une température un peu élevée

et dès qu'ils sont chauds, il faut absolument les refroidir.

Ajoutons encore, pour compléter toutes les indications physiques qu'il est indispensable de connaître pour les appareils galvanocaustiques, que c'est aux coudes et aux inflexions brusques du fil de platine que l'échauffement est le plus considérable, car la résistance au passage de l'électricité est plus grande en ces points.

Enfin l'incandescence ne commence qu'à six ou sept millimètres environ du contact de la tige de cuivre avec le fil de platine.

Aussi il est très difficile de faire rougir un fil qui n'aurait qu'un ou deux centimètres de longueur et c'est ce qui arrive quelquefois, lorsqu'en enlevant une tumeur l'anse se trouve très rétrécie : il suffit alors d'allonger l'anse pour la voir rougir de nouveau, ou comme le conseille M. Bœckel, d'interposer un corps étranger qui, augmentant le volume, force le fil à avoir toujours une longueur suffisante.

Avantages de la galvanocaustie. — Le grand avantage du galvanocautère sur les instruments tranchants, est dû principalement et presque uniquement à sa qualité d'hémostatique.

L'expérience suivante fera aussitôt ressortir les deux points principaux qui sont la base de toute application du galvanocautère.

Avec un appareil très puissant, rougissant à blanc un gros fil de platine, on pratique sur un animal quelconque, sur un lapin par exemple, une amputation ou tout au moins une section très profonde des chairs. Dans le premier moment, si on procède lentement, en ne plongeant le fil rougi dans les tissus que dans une étendue restreinte, en le retirant et en attendant pour continuer l'opération que le fil ait de nouveau pris la température rouge, il ne se produit aucune hémorrhagie. Si au contraire on opère avec rapidité, on

arrive à diviser les tissus en fort peu de temps, mais en même temps le sang apparaît, et une fois que le sang se trouve en grande quantité dans la plaie, il est presque impossible de le coaguler et d'arrêter l'hémorrhagie.

Le galvanocautère ratatine et resserre les vaisseaux et détermine à leur extrémité la formation d'un caillot sanguin, plus ou moins long, qui oblitère leur orifice. La condition essentielle est la formation de ce caillot, et pour l'obtenir, il faut deux conditions : 1° que la chaleur du galvanocautère soit assez forte et assez prolongée pour déterminer la coagulation du sang dans des vaisseaux volumineux; 2° que la quantité du sang à coaguler, en un temps donné, ne soit pas trop considérable, car, malgré la grande élévation de température du galvanocautère, celui-ci, n'offrant qu'une masse assez petite, se refroidit rapidement et ne peut jamais donner une chaleur suffisante en un temps très court, pour coaguler une grande quantité de sang.

1° Pour obtenir la première condition, il faut que le fil de platine soit chauffé au moins au rouge sombre et que l'opérateur ne sectionne les tissus que *très lentement*. C'est ce *très lentement* qui est la base de toute opération galvanocaustique, et tous les autres points sur lesquels on a insisté se réduisent pour ainsi dire à celui-là.

Il n'y a pas d'auteur qui n'ait signalé les avantages de la température rouge sombre et les inconvénients du rouge blanc. Nous ne partageons pas, à ce sujet, les craintes de la plupart des chirurgiens, car si le couteau galvanocaustique ou l'anse de platine, chauffés à cette température, déterminent souvent des hémorrhagies, cela ne tient pas au fait même de la chaleur rouge blanc, mais bien à ce que les opérateurs sont allés trop vite dans la cautérisation des tissus. A cette température, en effet, le fil de platine même

très épais, coupe comme un bistouri et le chirurgien a toujours de la tendance à terminer son opération le plus rapidement possible. Qu'arrive-t-il alors? Les artères ont été coupées tellement vite, que la chaleur n'a pas eu le temps de se transmettre, et que le caillot n'a pu se former et oblitérer le calibre du vaisseau. Tandis que, lorsque le fil de platine n'est chauffé qu'au rouge sombre, il est impossible d'aller aussi rapidement, les tissus ne sont divisés que peu à peu, et le sang a le temps d'être coagulé. On met ainsi et forcément au moins trois ou quatre fois plus de temps qu'en employant la température rouge blanc; mais si avec celle-ci on met le même temps, on n'aura aucune hémorrhagie et l'escarre sera même plus épaisse. En un mot, excepté dans certaines conditions spéciales, il ne faut pas se préoccuper par trop de la température, mais aller lentement, et n'avancer dans la division des tissus qu'en s'assurant que les vaisseaux déjà sectionnés ne donnent plus de sang.

Pour expliquer comment la température rouge blanc donne plus souvent des hémorrhagies que la température rouge sombre, on a cherché dans les faits physiques une analogie très ingénieuse. Nélaton a fait observer que le rouge blanc détermine l'état sphéroïdal. Nous avions même en grande partie accepté cette théorie, mais en cherchant récemment à la vérifier par des expériences faites sur les animaux, nous avons été convaincu qu'elle était erronée, au moins en grande partie.

Assurément, on voit quelquefois, lorsque le cautère est porté à son maximum de température, la graisse bouillir et donner même lieu à des gaz qui s'enflamment, mais cela n'est jamais que de très courte durée, et dès que l'on plonge résolument le cautère rougi, à quelque température qu'il soit, dans les tissus, il détermine une cautérisation et une

coagulation si on laisse à celle-ci le temps de se produire.

Avec le serre-nœud, où l'on agit plus mécaniquement, la température rouge sombre est la meilleure, parce qu'elle ne divise les tissus que lentement, et que l'anse resserre les tissus, les écrase même un peu, avant de les cautériser, ce qui n'aurait pas lieu avec le rouge blanc. Mais encore une fois, avec de la lenteur et les précautions voulues, on peut avec le rouge blanc éviter une hémorrhagie; il y a d'autres points plus importants dont il faut se préoccuper pendant l'opération, celui-là est secondaire, au moins pour ceux qui consentent à aller lentement.

Le couteau galvanocaustique n'est pas un bistouri, c'est ce qu'on oublie trop souvent; et beaucoup de médecins qui ont l'habitude de manier le bistouri, se servent trop du galvano-cautère, comme si c'était un instrument tranchant. Ils arrivent ainsi, presque sûrement, à avoir des hémorrhagies et accusent alors la galvanocaustie, quand leurs moyens d'opérer sont seuls en défaut. Comme l'a écrit M. Bœckel, l'anse galvanocaustique doit être un écraseur cautérisant, et nous ajouterons que le couteau galvanocaustique ne doit jamais être un couteau, mais une lame mousse séparant les tissus par des brûlures successives.

2° Quelle que soit la forme du couteau galvanocaustique que l'on emploie, il ne faut jamais espérer pouvoir en un temps très court coaguler une grande quantité de sang. Aussi, tous les moyens qui permettent de diminuer la masse sanguine dans les tissus qu'on veut cautériser, favoriseront l'opération et viendront en aide à l'action hémostatique du galvanocautère.

Ces moyens sont très variés, et connus de tous. Ce sont d'abord la compression digitale pure et simple, puis la compression par un tube en caoutchouc, la compression directe

ou ligature au-dessus du point que l'on doit sectionner. Il y a enfin un dernier mode de compression; c'est celle qui est produite par le fil même qui cautérise, et c'est là un des avantages du serre-nœud et surtout du nœud que l'on peut former avec la pince galvanocaustique.

Escarres produites par le galvanocautère. — L'action du galvanocautère sur les tissus détermine la formation d'escarres. Ces escarres se comportent différemment selon la partie du corps qu'elles occupent, c'est-à-dire selon qu'elles sont exposées à l'air, renfermées dans une cavité muqueuse ou selon qu'elles sont sous-cutanées.

a. Les escarres qui sont exposées à l'air se dessèchent, forment une sorte de croûte qui est éliminée par la suppuration.

b. Celles qui sont situées dans les cavités muqueuses, telles que la bouche, le vagin, le rectum, l'urèthre, etc., se dissocient, se putréfient. Ces escarres amènent quelquefois des hémorrhagies secondaires, de la fièvre et des accidents septicémiques. Il est toujours nécessaire de bien les surveiller et surtout de les désinfecter soit au moyen d'alcool phéniqué, soit avec une solution d'hyposulfite de soude phéniqué, soit encore mieux avec *l'ozonéine.*

c. Les escarres complètement sous-cutanées, et parmi celles-ci nous rangerons les escarres intra-péritonéales, peuvent se résorber sans suppuration.

Pour bien démontrer ces avantages de la galvanocaustie, nous avons déterminé avec le galvanocautère, des lésions intra-péritonéales, lésions habituellement mortelles avec d'autres procédés.

Nous avons ainsi, sur des rats et sur des chiens, après avoir ouvert l'abdomen, enlevé une portion du foie, au moyen du couteau galvanocaustique. En procédant len-

tement, nous n'avons eu aucune hémorrhagie, et les animaux se sont complètement remis de ces opérations.

L'autopsie de ces animaux fut faite quelques semaines après l'opération. Chez un rat auquel nous avions enlevé une portion notable du lobe du foie, et qui n'avait jamais eu de symptôme ictérique, le foie était absolument sain, et dans la partie sectionnée il existait de nombreuses et fortes adhérences avec l'estomac et une partie de l'intestin.

Chez un chien, nous trouvâmes à l'autopsie, le péritoine sain, et le foie libre de toute adhérence avec la plaie antérieure. Au niveau de la section du lobe, il existait des brides assez longues allant du foie au côlon transverse, au côlon, et à l'estomac. Les bords de la section étaient légèrement recoquillés, et le lobe se terminait par une surface obtuse, communiquant avec les néomembranes. Celles-ci étaient vasculaires et ne renfermaient nulle part aucune trace de pus ou d'inflammation. En tirant sur ces brides, on remarquait qu'elles se continuaient avec la membrane de Glisson.

On conçoit combien cette opération serait impraticable avec d'autres procédés, car il est difficile, sinon impossible, de mettre une ligature sur un lobule du foie et la section entraîne forcément une hémorrhagie; les caustiques seuls pourraient agir dans le même sens que la galvanocaustie, mais leur action ne pourrait être limitée et ils agissent très imparfaitement.

La galvanocaustie, dans ces cas, non seulement a supprimé toute hémorrhagie, mais elle a empêché l'écoulement de la bile dans le péritoine, et elle a produit une escarre, qui s'est résorbée sans suppuration et sans inflammation du péritoine. On comprend, d'un autre côté, combien une section faite dans le tissu d'une glande, entraîne des accidents bien plus graves que l'ablation d'une glande

entière, car, dans ces cas, l'escarre est plus grande, et il faut non seulement que l'hémorrhagie soit arrêtée, mais que les liquides de la sécrétion ne puissent, par cette section, se déverser dans le péritoine.

Nous avons également, sur deux chiens, enlevé une portion d'un rein. Sur l'un, nous avons coupé le rein presque dans toute sa longueur, en mettant à nu les bassinets. Il nous a été impossible d'oblitérer complètement ces bassinets, et l'urine venant à suinter dans le péritoine, l'animal est mort au bout de quarante-huit heures.

Sur le second chien, nous avons fait une section très profonde dans la couche corticale, mais sans mettre à nu les bassinets. Ce chien a vécu dix jours, sans présenter de symptômes graves, mais le dixième jour, il est tombé malade et a succombé rapidement.

A l'autopsie, on trouve à la place de l'escarre, quelques adhérences, et en examinant au microscope la surface de la plaie, on constate la présence de cellules épithéliales normales des séreuses et un grand nombre d'éléments embryoplastiques. La plaie était donc en voie de cicatrisation.

Au fond de la perte de substance, on découvre une petite ouverture communiquant avec un large bassinet, par laquelle l'urine a dû s'écouler au moment de la chute de l'escarre. Sans cette communication directe avec un bassinet, tout fait supposer que la cicatrice se fût faite sans accident.

Dans un autre ordre d'idées, mais toujours dans le but de montrer l'innocuité des escarres galvanocaustiques, nous avons transpercé de part en part avec une large aiguille, le thorax d'un cobaye, et nous avons aussitôt cautérisé cette plaie du poumon, au moyen d'un fil de platine rougi par le courant électrique. L'animal a survécu sans accidents et sa plaie a été complètement cicatrisée.

Ces faits, indiquent d'une façon incontestable, l'innocuité des escarres galvanocaustiques dans les cavités péritonéales et pleurales, ainsi que la supériorité de cette cautérisation sur les autres procédés par l'ablation ou la cautérisation des organes renfermés dans ces cavités.

Les plaies par le cautère galvanique guérissent plus lentement que celles qui sont faites par l'instrument tranchant. Par contre, les douleurs sont bien moins vives, et on observe la plupart du temps, après la galvanocaustie, un calme et un bien-être remarquables, circonstances que Sédillot a été un des premiers à signaler.

Enfin, un des plus grands avantages de la galvanocaustie est la plus grande facilité des opérations. Lorsqu'on sait bien employer cette méthode opératoire, les opérations les plus délicates peuvent être entreprises par la plupart des médecins.

Les conditions qui, en général, rendent les opérations difficiles et qui demandent, avec une grande habileté de mains un grand sang-froid, n'existent plus lorsqu'on emploie le galvanocautère On n'a plus, pour ainsi dire, à se préoccuper des grandes pertes de sang, de la recherche des artères et des artérioles et des autres complications. L'opération est plus brutale si l'on veut, mais elle est grandement simplifiée et il y a beaucoup moins d'émotion et d'appréhension de la part du chirurgien, dans l'emploi du galvanocautère, que dans l'emploi d'un instrument tranchant quelconque.

Les opérations délicates et qui demandent une grande précision nécessiteront toujours l'emploi du bistouri et l'habileté du chirurgien spécialiste; mais, quant aux opérations plus simples, le galvanocautère les rend et moins compliquées et bien plus faciles. Il suffit, dans la plupart des

cas, d'avoir un peu de pratique et surtout de bien connaître les principes scientifiques de cette méthode.

Appareils pour la galvanocaustie. — La plupart des

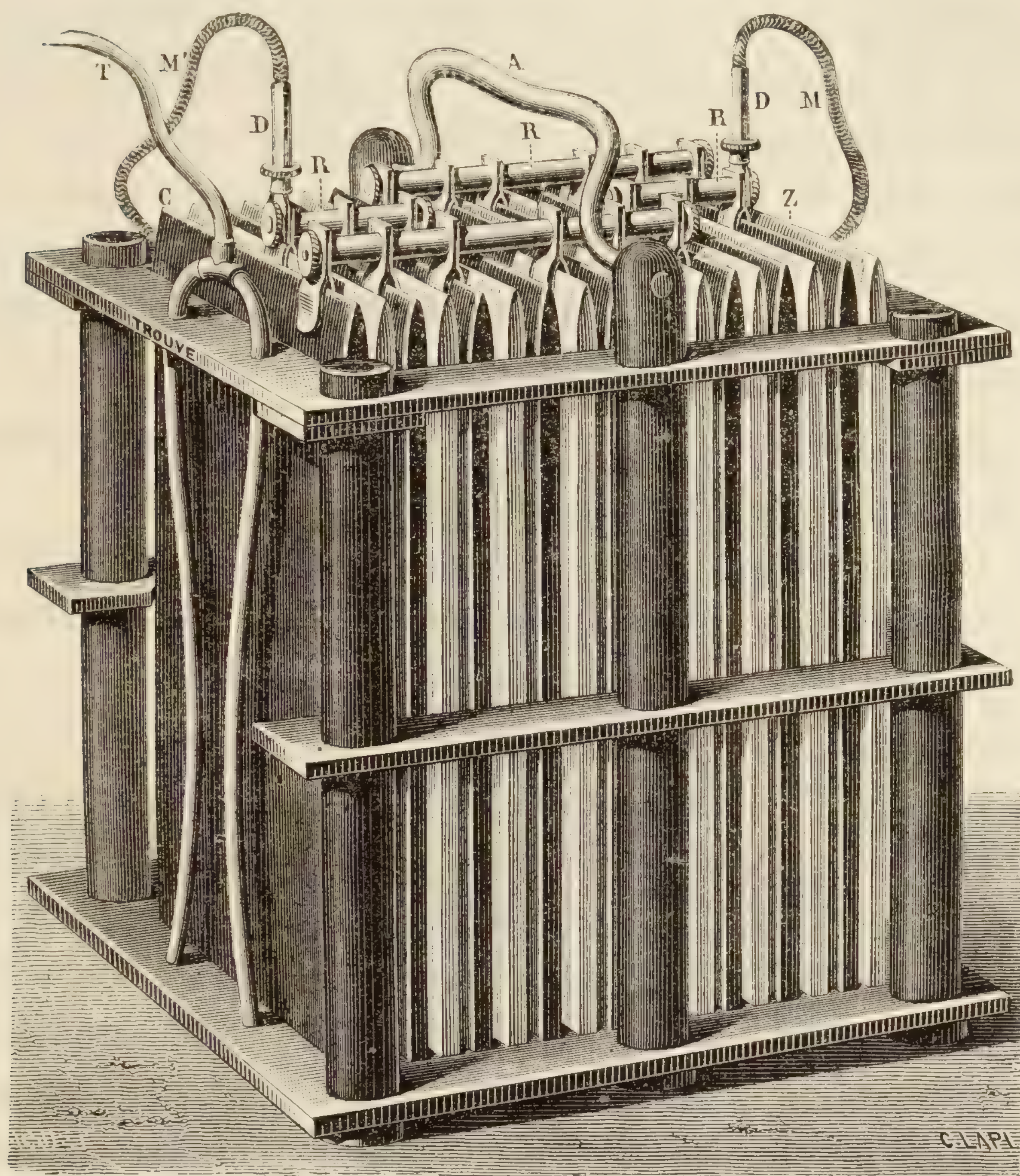


Fig. 78. — Appareil Grenet modifié par M. Amusat.

C, charbons; Z, zincs; R, contacts mobiles; M,M', rhéophores; D, pinces pour assujettir les rhéophores; T, tube insufflateur; A, poignée de la pile.

appareils employés pour la galvanocaustie thermique se ressemblent; et chez tous les fabricants français et étrangers, ils sont formés par des piles énergiques et à grandes surfaces; en général il y a trois ou quatre lames de zinc dans

chaque pile, placées devant des lames de charbon que l'on plonge dans un liquide excitateur composé de bichromate de potasse; c'est en somme la pile de Grenet plus ou moins modifiée.

Cette pile se compose d'éléments zinc et charbon, immergés dans l'acide sulfurique étendu d'eau, saturé de bichromate de potasse. Pour rendre constante cette pile à un seul liquide, M. Grenet a eu l'heureuse idée de maintenir le liquide en agitation, par l'insufflation d'une certaine quantité d'air. La pile conserve une grande énergie, tant que dure l'insufflation, et l'on peut, en faisant pénétrer dans l'appareil une plus ou moins grande quantité d'air, augmenter ou diminuer l'intensité du courant.

Cet appareil est très difficile à bien nettoyer, et c'est pour obvier à cet inconvénient que MM. Amusat et Trouvé remplacèrent les éléments fixes de la pile Grenet, par des éléments mobiles.

La figure 78 représente l'appareil fait d'après ces indications. Il se compose d'une cage de caoutchouc durci, dans laquelle sont placés des charbons et des zincs en nombre égal, maintenus à distance par les règles supérieures et moyennes de la cage, qui sont divisées comme une crémaillère. Les zincs et les charbons sont tranchants à leurs parties supérieures pour recevoir les contacts, comme on le voit dans la figure ci-jointe. Les contacts sont constitués par des pinces de cuivre très élastiques et distancées entre elles par des tronçons de tubes de cuivre, le tout embroché sur une tige métallique et serré par deux écrous. Les réophores s'ajustent au moyen de pinces à coulant très simples, sur deux tiges en rapport avec les contacts. La caisse à air de la pile Grenet est remplacée par un double tube de caoutchouc percé de trous, en face de deux ouver-

tures longitudinales taillées dans la plaque inférieure qui supporte tous les éléments.

Cet appareil a été, depuis, réduit à un volume encore plus petit, comme on peut le voir (figure 79). La cage est formée uniquement par trois plaques de caoutchouc durci, dont

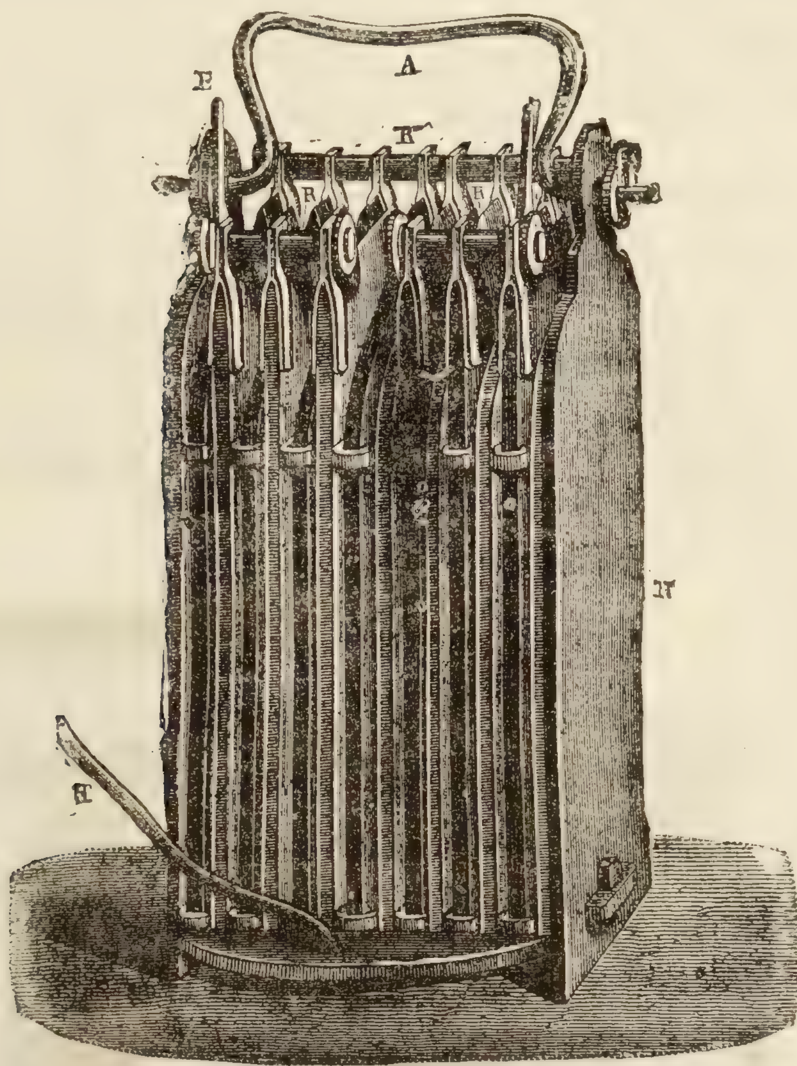


FIG. 79. — Appareil Grenet modifié par M. Trouvé.

A, poignée de la pile; E, E′, tiges supportant les rhéophores; R, R′, R″, contacts mobiles; N,N′, plaques de caoutchouc formant la cage; T, tube insufflateur.

l'un sert de base, et les deux autres forment les montants. Ils sont maintenus à la partie supérieure par la poignée même. L'écartement des éléments est obtenu très simplement au moyen de jarretières en caoutchouc que l'on place en haut et en bas des charbons. Ces jarretières de caout-

chouc en cas de choc violent, servent de coussins et évitent, dans bien des cas, la rupture des charbons. L'insufflation se fait également au moyen d'un tube de caoutchouc percé de trous.

L'insufflateur n'est point nécessaire, et il peut être remplacé avantageusement par un mouvement de va-et-vient que l'on imprime à la pile dans le liquide même.

Celui-ci peut être composé également d'une solution de sel excitateur chimique. C'est un mélange préparé d'avance, et qui a l'avantage de ne nécessiter comme transport qu'un flacon contenant de 100 à 150 grammes de sel, au lieu d'être obligé d'avoir et le sel de bichromate de potasse et le flacon d'acide sulfurique.

L'appareil simplifié tel que le construisent actuellement

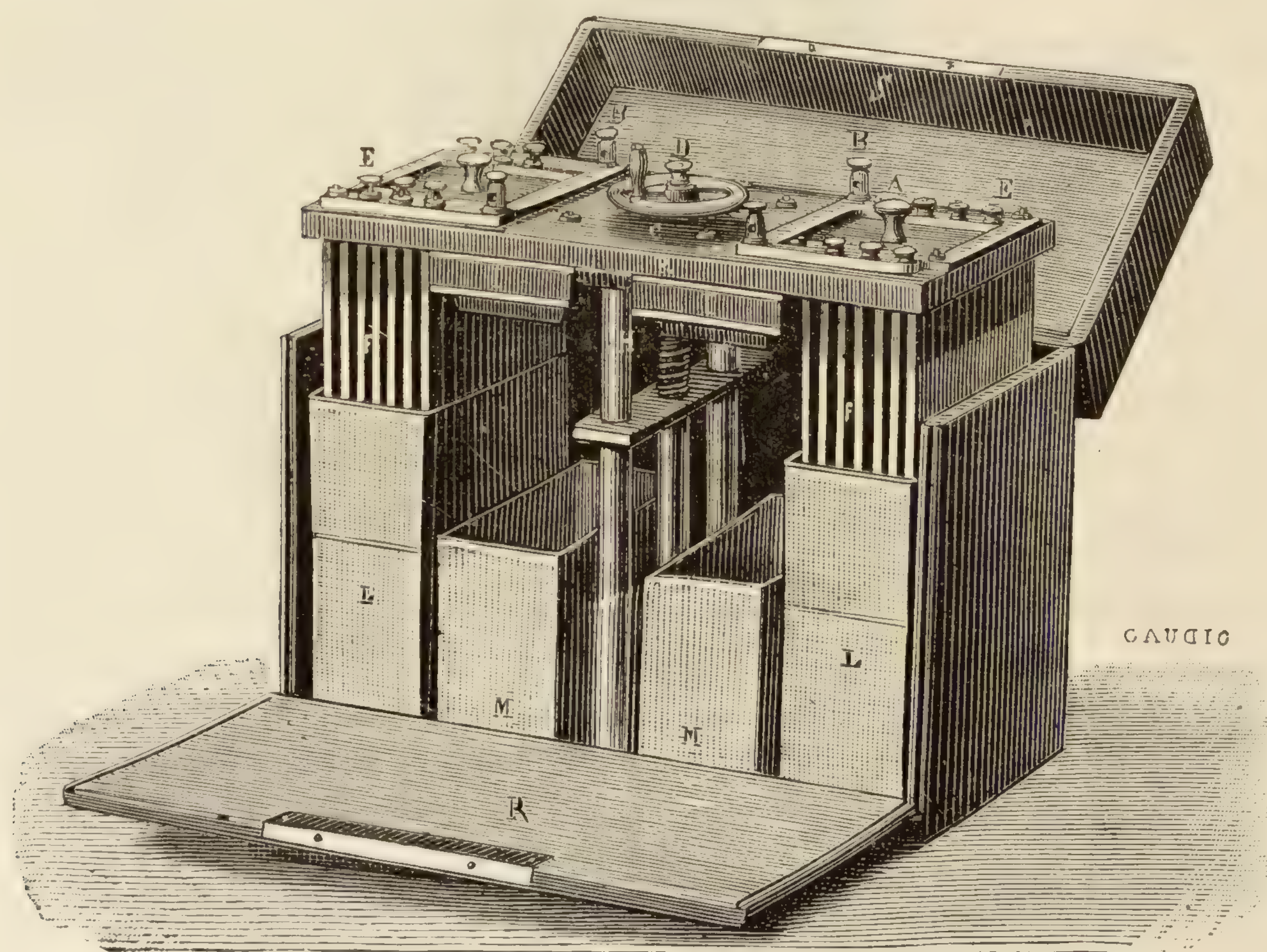


Fig. 80. — Appareil de Chardin.

presque tous les fabricants est représenté figure 80 (modèle Chardin) il se compose de deux éléments.

Chacun de ces éléments est composé de quatre charbons et trois zincs fixés à une planchette mobile obéissant à la vis sans fin. Les deux bornes BB représentent les deux pôles des piles. La manivelle D sert à actionner la vis sans fin et donne un mouvement régulier aux piles.

L'intervention de la vis sans fin, permet, on le sait, de maintenir les éléments stationnaires à tout endroit de leur course.

Les charbons et les zincs sont maintenus avec des écrous, on peut donc les remplacer facilement.

Le courant peut être réglé à volonté avec une précision toute mathématique qui met l'opérateur à l'abri de coups de feu brûlant les cautères ou donnant une puissance calorifique nuisible pour l'opération. Cette disposition permet de s'adapter aux lampes microscopiques à incandescence.

Enfin, cet appareil est transportable tout chargé, ce qui évite toute manipulation désagréable, au moment de le mettre en action. Le fonctionnement est ainsi instantané.

Voici comment M. Chardin a rendu le transport relativement facile.

Les auges contenant le liquide et que la figure représente avec les éléments, peuvent être déplacées et venir se présenter sous deux bouchons de dimension correspondante, qui les ferment hermétiquement. La vis sans fin permet, dans ce cas, de produire, sans effet, une pression aussi considérable qu'il est nécessaire.

Les petites auges M M sont destinées à recevoir les gouttes du liquide qui a adhéré aux bouchons pendant le transport ou aux piles pendant le fonctionnement.

Cautères et porte-cautères. — Les perfectionnements apportés dans ces dernières années au thermocautère et la facilité avec laquelle on arrive à faire rougir le platine, uni-

quement avec de la vapeur de pétrole, diminue beaucoup l'usage du couteau galvanocaustique et surtout des boutons de feu; mais ce qui restera toujours et ce qui est l'instrument galvanocaustique par excellence, est le serre-nœud.

Celui-ci est monté sur ce qu'on appelle le sécateur galvanique (fig. 81) qui se compose de deux tiges N mises en rapport avec les rhéophores, et qui transversent un manche en bois M. Les boutons B servent à fixer les tubes de la canule double, puis le serre-nœud (fig. 82), ou bien directement les extrémités du couteau galvanocaustique. La vis C permet d'enrouler le fil du serre-nœud; et sur la partie antérieure du manche, il y a un ressort à pression K à l'aide duquel le doigt peut interrompre ou établir le courant instantanément.

Nous avons imaginé de conserver ces avantages du serre-nœud, en rendant les pôles mobiles, ce qui permet d'aller prendre le fil de platine à la hauteur que l'on veut et de le manier à la volonté de l'opérateur.

Cet instrument (fig. 83) se compose d'une tige droite isolée par un manche de bois qui la recouvre. Cette tige présente à son extrémité une ouverture dans laquelle on peut introduire et fixer le fil de platine. Elle communique avec l'un des pôles de la pile.

L'autre pôle est mis en communication avec une pince en cuivre nickélisé, isolée également par un manche de bois. On saisit le fil de platine avec cette pince, et, aussi longtemps que l'on maintient la pression, le courant passe, et dès que l'on cesse cette pression, le courant est subitement interrompu.

Voici les divers avantages de cette pince :

1° Elle permet d'aller saisir le fil de platine immédiatement à sa sortie des tissus, sans être obligé de le ramener au

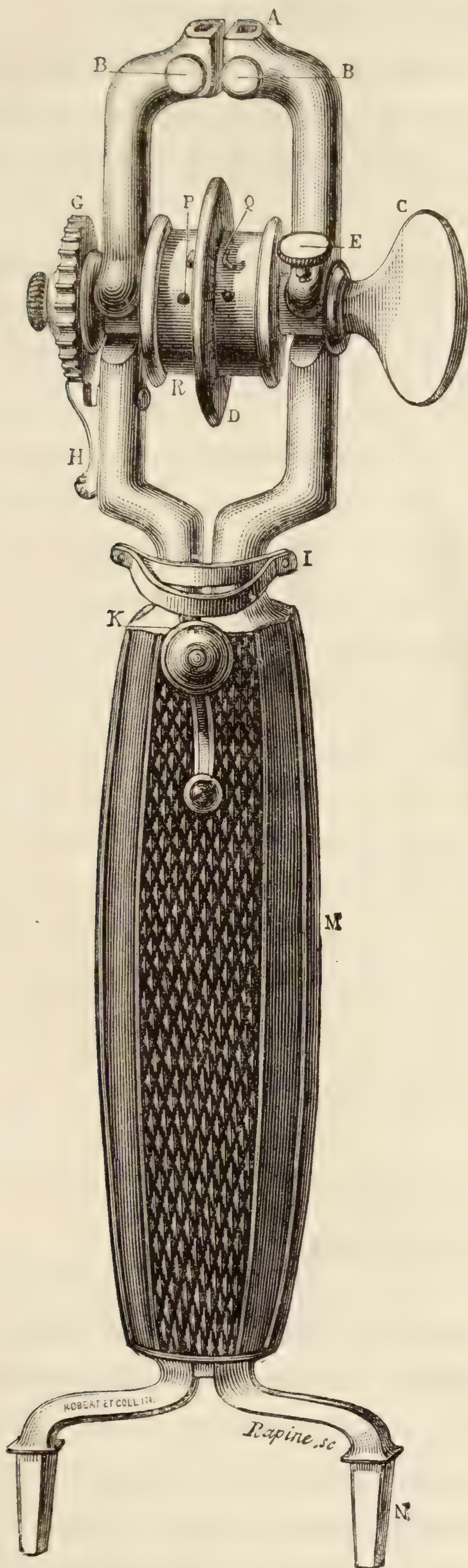


Fig. 81. — Sécateur galvanique.



Fig. 82. — Serre-nœud.

porte-cautère commun, comme dans les appareils ordinaires ; de plus, on peut limiter, avec les deux pôles mobiles, l'action galvanocaustique exactement dans la partie du fil qui plonge dans les tissus.

2° Elle permet d'imprimer au fil des mouvements de

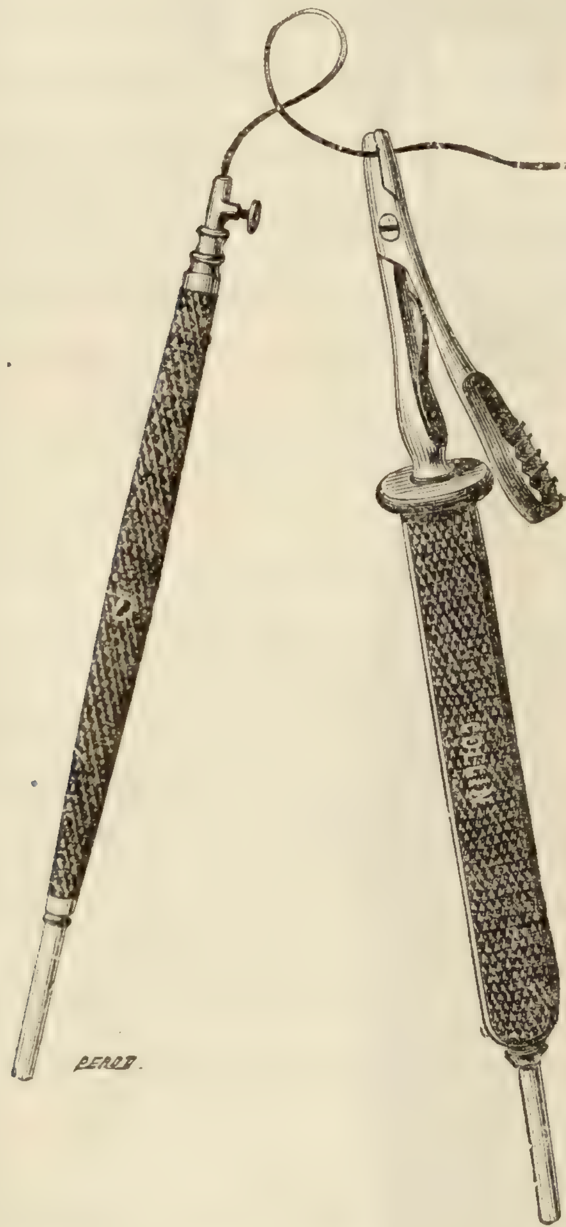


Fig. 83. — Serre-nœud à pôles mobiles.

va-et-vient, de telle sorte que les parties du fil qui sont externes, et par suite plus incandescentes, pénètrent à leur tour dans la plaie, et vice versa. L'opérateur est également plus maître de ses mouvements, et peut, selon les cas, diminuer au augmenter la pression du fil.

3° Enfin on peut, encore mieux qu'avec le serre-nœud

déterminer une forte ligature dans les tissus en faisant croiser les deux bouts du fil, et en tirant en sens inverse, comme cela est indiqué dans la figure ci-jointe. On obtient ainsi une pression égale sur tous les points.

Sonde lacrymo-nasale. — En présence de la chronicité que présentent les affections du sac lacrymal et les rétrécissements du canal nasal, et de la longueur du traitement et des résultats en somme peu satisfaisants obtenus, jusqu'à ce jour par les divers procédés connus, nous nous sommes demandé si l'électrocaustique ne serait pas plus avantageuse. Mais la difficulté était de construire une sonde d'un calibre assez petit pour que l'on pût l'introduire sans trop de difficulté, mais assez grosse cependant pour que le platine chauffé à blanc fût assez résistant pour franchir le rétrécissement et ne se laissât point déformer.

Il fallait en outre que l'on pût interposer, entre les deux fils conducteurs, une substance isolante qui permît au courant d'arriver jusqu'à l'anse de platine.

Après bien des tâtonnements, nous avons pu obtenir, grâce à l'habileté de M. Collin, la sonde représentée (fig. 84)



Fig. 84. — Sonde lacrymo-nasale.

dont le calibre, ne dépasse guère le calibre des sondes que l'on emploie ordinairement pour le cathétérisme.

Cet instrument se compose d'une anse de platine d'un centimètre de longueur environ, dont les deux extrémités se continuent par deux fils de cuivre ou mieux d'argent isolés l'un de l'autre et parallèles. Chacun de ces fils est mis en communication avec l'un des pôles de la pile, par l'intermé-

diaire du porte-cautère. Si on fait passer le courant, l'anse de platine rougit rapidement et revient bientôt à son état primitif dès que le courant est interrompu. Nous avons utilisé ici la propriété qu'a le cuivre ou l'argent de ne s'échauffer que légèrement, tandis que le platine arrive promptement au rouge blanc. On peut ainsi, au moyen de cette sonde, arriver jusqu'au rétrécissement, et ne cautériser que le point rétréci.

Sonde uréthrale. — Midderdorf avait déjà fait construire une sonde dans ce but. Elle se composait de deux tiges de cuivre séparées par une substance isolante et terminées par une anse de platine. Mais la difficulté du maniement l'a fait à peu près abandonner.

Celle que nous avons fait construire chez M. Collin se compose de deux tiges de cuivre ou mieux d'argent qui présentent à leur partie supérieure une petite lame soudée, en platine, de deux à trois centimètres de longueur. L'extrémité de la tige est formée par un pas de vis sur lequel peut se visser une petite sonde conductrice (fig. 85).



Fig. 85. — Sonde uréthrale.

On met chacun des pôles en contact avec l'une des tiges, et dès que le courant est fermé, la portion de la sonde formée par la lame de platine rougit, et comme nous l'avons indiqué plus haut, c'est au sommet du coude formé par le platine, que l'échauffement est le plus considérable ; c'est ce point qui est, d'un autre côté, en contact avec le rétrécissement. Voici le mode opératoire :

On visse la sonde galvanocaustique à la petite sonde conductrice, et l'on introduit celle-ci lentement dans le canal de l'urèthre jusqu'à ce qu'on rencontre le rétrécissement. En ce point la portion coudée du platine ne peut plus avancer, et le courant étant établi, on sectionne ainsi le rétrécissement d'avant en arrière.

Cautère œsophagien ou anal. — De tous ces instruments galvanocaustiques le plus utile est sans contredit notre galvanocautère pour le rétrécissement de l'œsophage ou du rectum, car aucun instrument ne peut le remplacer avantageusement, tandis que, pour l'urèthre, il existe bien des instruments remplissant le même but. Ce cautère se compose d'une lame de platine articulée à deux tiges en cuivre (fig. 86) et qu'on peut faire basculer de manière à mettre la lame de platine à angle droit. On introduit l'instrument à travers le rétrécissement, la lame étant rectiligne, et une fois le rétrécissement franchi, on fait basculer la lame (fig. 87), et on l'amène près de l'obstacle; puis on fait passer le courant en tirant plus ou moins fort, et on cautérise ainsi le rétrécissement de dedans en dehors.

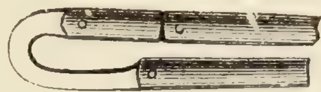


FIG. 86. — Cautère œsophagien ou anal.

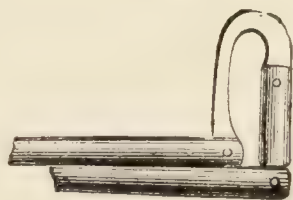


FIG. 87. — Le même avec la lame de platine à angle droit.

On peut, pour ces opérations de courte durée, se servir de la pile de Planté; elle est journellement employée par les dentistes pour cautériser les nerfs dentaires, ou pour mettre sur les gencives de petites pointes de feu. Le maniement de l'appareil est le même que celui que nous avons indiqué pour l'éclairage des cavités naturelles, et le polyscope de Trouvé peut servir aux deux usages. Selon les organes on donne une disposition différente au galvanocautère et pour les cavités étroites, telles que les fosses nasales, le Dr Lœwenberg a modifié le galvanocautère en lui donnant à peu près la disposition que nous avons indiquée plus haut pour la sonde galvanocaustique, c'est-à-dire que la partie destinée à devenir incandescente est une plaque proéminente (fig. 88) au lieu d'être une pointe

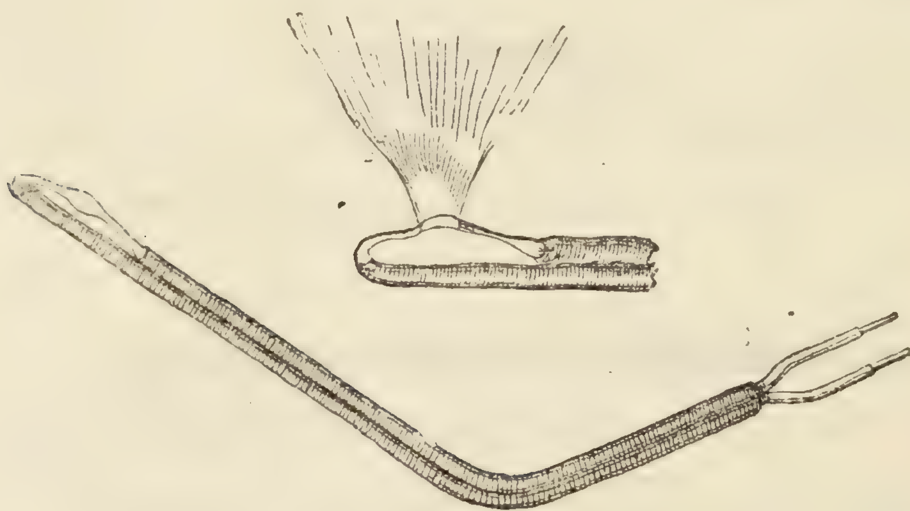


Fig. 88. — Galvanocautère du Dr Lœwenberg.

plus ou moins effilée ou aplatie, et, qu'au lieu d'être placée à l'extrémité du cautère elle se trouve latéralement sur l'une des branches.

L'avantage de tous ces instruments, c'est que leur disposition peut varier à l'infini, et que d'un autre côté, on peut introduire l'instrument à froid et ne faire chauffer le

platine que pendant le temps voulu et lorsque le contact avec la partie à cautériser est bien établi[1].

1. Au moment même où nous corrigeons ces épreuves, nous lisons une communication faite à l'Académie de médecine par le Dr Chéron, sur l'emploi des piles de polarisation. La pile de Planté est remplacée par d'autres accumulateurs, ce qui ne modifie nullement ce que nous avons dit précédemment sur les avantages et les inconvénients de ces appareils. La question de priorité est bien peu de chose dans ce cas (voir p. 173 et suivantes) et nous ne voulons nullement y insister, mais M. Chéron n'avait évidemment pas connaissance de ce que nous avions écrit dès 1873, car il croit que ces appareils ont été employés bien plus tard, pour la première fois.

CHAPITRE II

EFFETS CHIMIQUES DES COURANTS ÉLECTRIQUES SUR LES CORPS VIVANTS

I. — Les actions chimiques que produisent les courants électriques consistent principalement dans des décompositions. Ces décompositions dépendent du nombre et de la grandeur des éléments de la pile, et elles sont soumises à

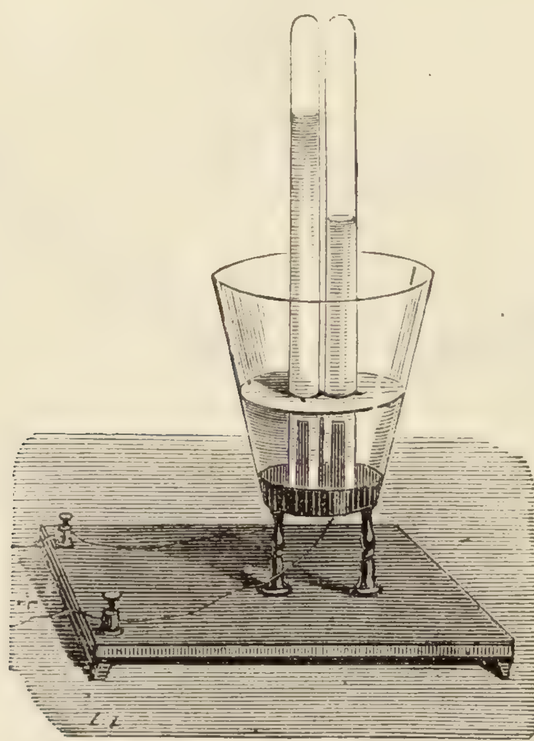


Fig. 89

des lois découvertes par Faraday. Au moyen du voltamètre, on voit, dès que le courant traverse l'eau, qu'il se dégage du gaz à chaque pôle, de l'oxygène au rhéophore positif et de

l'hydrogène au pôle négatif (fig. 89). Si l'on met un sel en solution dans cette eau, il est aussitôt décomposé, et rien n'est aussi caractéristique que la décomposition de l'iodure de potassium. L'expérience est des plus simples, on met dans le voltamètre de l'eau amidonnée avec un demi-gramme d'iodure de potassium. Aussi longtemps que le courant ne traverse pas l'eau amidonnée, il n'y a aucun changement de couleur, mais dès que le contact est établi, l'iodure est décomposé et l'on voit aussitôt, près du pôle positif, l'eau amidonnée prendre la teinte bleue caractéristique que donne la présence de l'iode.

Si au lieu d'eau renfermant un sel inorganique en dissolution, on met dans le voltamètre de l'eau albumineuse, on voit, dès que le courant traverse ce liquide, une partie de l'albumine se coaguler, et cela surtout près du pôle positif; le coagulum près du pôle négatif est très faible, et transparent, tandis qu'il est opaque près du pôle positif.

Sur des muscles détachés du corps et soumis pendant plusieurs jours à un fort courant, on obtient du côté de l'électrode positive des acides sulfurique, phosphorique, chlorhydrique et azotique, et du côté du pôle négatif des alcalis, de la potasse, de la soude, de l'ammoniaque.

Les courants électriques, en traversant les substances organiques, décomposent donc les sels qui s'y trouvent, selon les lois ordinaires de l'électro-chimie. Cet action a été utilisée en chirurgie. On peut, en effet, et cela se conçoit *a priori*, au moyen de courants assez énergiques, décomposer les sels qui se trouvent dans les tissus, et obtenir au pôle positif une cautérisation due aux acides qui viennent s'y rendre, et au pôle négatif une cautérisation faite par les alcalis. Le fait est facile à constater, et l'on observe ainsi du côté de l'électrode positive une escarre rougissant le

papier de tournesol, et offrant tous les caractères de la cautérisation par les acides; à l'électrode négative, l'escarre est molle et bleuit le papier de tournesol. La mollesse de cette escarre peut être quelquefois (très rarement) le point de départ d'hémorrhagies ; c'est ainsi que sur un pigeon dans l'encéphale duquel nous avions fait pénétrer deux aiguilles, et fait passer un courant pendant dix minutes, nous avons constaté après la mort, qui eut lieu trois heures après l'électrisation, que l'animal avait succombé à une hémorrhagie qui avait eu lieu près de l'escarre du pôle négatif. L'escarre produite par le pôle positif était au contraire sèche et exsangue.

Ajoutons encore une remarque utile à rappeler aux médecins : une des lois des décompositions électro-chimiques nous apprend que la quantité de substance décomposée est proportionnelle à la quantité d'électricité qui passe dans un temps donné.

D'après cette loi, les décompositions des tissus obtenues par l'électrolyse sont les mêmes, que les extrémités des électrodes soient simples ou composées de plusieurs parties. C'est ainsi, comme nous l'avons expérimenté, que si trois ou quatre aiguilles implantées dans les chairs et communiquant toutes avec le même pôle donnent chacune, au bout de cinq minutes, une escarre d'un centimètre carré, une seule aiguille donnera pendant le même temps une escarre de 3 ou 4 centimètres carrés. Il n'y a donc nul avantage, au moins au point de vue de la quantité de substance décomposée, à employer un grand nombre d'aiguilles communiquant avec le même pôle.

II. — Il faut se rappeler, d'un autre côté, que dans les décompositions électrolytiques, les éléments séparés apparaissent seulement à la surface des électrodes. L'expérience

suivante, faite par Davy, démontre ce fait d'une manière très nette. Trois vases étant réunis deux à deux par une mèche de coton imbibée d'eau, on met dans le premier vase une dissolution d'un sel neutre alcalin, et dans les deux autres de l'eau distillée. Le liquide des trois vases est coloré avec du sirop de violettes. Dès que le courant est établi, la liqueur se colore en vert près du pôle négatif et en rouge près du pôle positif, ce qui montre que la base du sel s'est rendue à l'électrode négative, et l'acide à l'électrode positive ou plus exactement sans doute que la décomposition

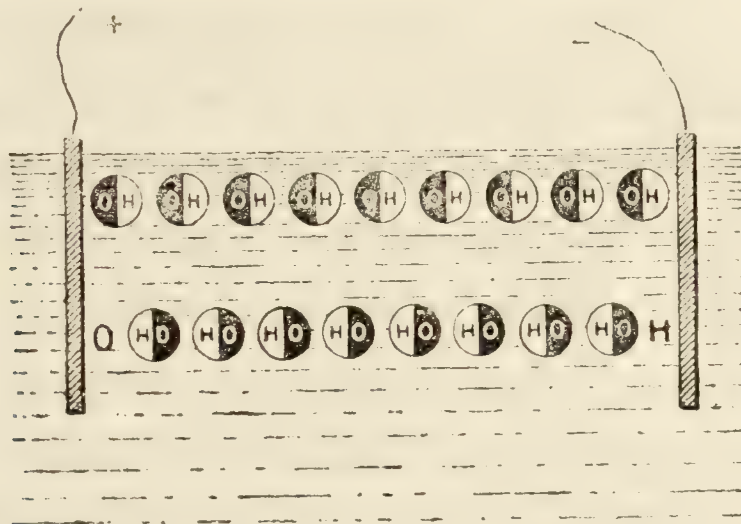


Fig. 90.

se fait de proche en proche, comme a cherché à l'expliquer Grotthuss, et comme l'indique la figure 90. Les molécules d'eau composées chacune d'une molécule d'oxygène et d'une molécule d'hydrogène, sont d'abord orientées de manière que, dans chacune d'elles, la molécule d'hydrogène soit tournée vers le pôle négatif et la molécule d'oxygène vers le pôle positif. Chaque molécule se dédouble, l'hydrogène quitte l'oxygène pour se fixer sur la molécule voisine; il en résulte qu'une molécule d'hydrogène devient libre au pôle négatif et une molécule d'oxygène au pôle positif. Ce qui rend cette interprétation très probable, c'est que le

liquide qui se trouve dans le vase intermédiaire de l'expérience précédente ne change pas de couleur, quoiqu'il ait dû être traversé par l'acide ou la base, selon la disposition des pôles dans les vases extrêmes.

Nous avons essayé de profiter de ce transport des éléments à la surface des électrodes, pour augmenter l'énergie des cautérisations électrolytiques. Il est évident que si l'on introduit dans le courant un sel, tel que l'iodure de potassium, l'iode ira au pôle positif et la potasse au pôle négatif, où chacun de ces corps cautérisera les tissus ambiants. Si donc, au lieu d'appliquer un des pôles directement sur l'épiderme, on le met en contact avec une solution d'iodure de potassium qui servira à transmettre le courant, il y aura, dans ce cas, décomposition de l'iodure de potassium et l'iode ira au pôle positif. C'est, en effet, ce que nous avons obtenu sur différents animaux, et nous avons pu constater la présence de l'iode au moyen de l'eau amidonnée. Dans d'autres expériences, nous avons observé des phénomènes analogues; en imbibant des éponges avec une solution d'azotate de potasse, et en nous servant de ces éponges comme électrodes négatives, nous avons pu constater, et par la vue, et très facilement par l'odeur, un dégagement assez abondant d'acide azotique près du fil de platine qui communique avec le pôle positif de la pile. Ce fil de platine était introduit sous la peau à 10 centimètres de l'électrode négative.

Pour l'hydrocèle, et pour la plupart des tumeurs que nous avons opérées par l'électrolyse, nous avons utilisé cette action décomposante du courant électrique sur les solutions d'iodure de potassium.

III. — Pour démontrer que la cautérisation locale est due à la seule présence d'acides ou d'alcalis aux environs des pôles, nous avons placé près du pôle positif du carbonate

de soude, et près du pôle négatif un acide faible, tel que l'acide tartrique. Dans ces conditions, il y a bien un léger changement dans la transparence des tissus, mais il ne se forme plus d'escarre. Au point de vue purement chimique, les escarres produites par l'électrolyse sont donc dues uniquement aux acides et aux alcalis qui se forment aux électrodes, et seraient obtenues également en employant directement un acide ou une base.

Mais, en même temps que les courants électriques produisent des décompositions aux deux pôles, ils agissent physiologiquement sur les tissus qu'ils traversent, et si les escarres ne présentent aucun caractère qui ne puisse être obtenu tout aussi bien par d'autres acides ou d'autres alcalis, il y a néanmoins, comme nous le disions plus haut, une modification dans la transparence des tissus, alors même qu'on neutralise l'action des acides et des bases, et il faut reconnaître, avec Ciniselli « que les effets chimiques du courant électrique ne se limitent pas à la cautérisation, mais qu'ils s'étendent à l'intérieur des tissus, » — que la diminution des tissus pathologiques traités par la galvanocaustique chimique n'est pas proportionnée à la destruction matérielle opérée — qu'elle est toujours plus grande et qu'elle continue quelque temps après la chute des escarres. Nous insisterons encore plus loin sur ce point.

Actions chimiques locales.

Lorsqu'on introduit dans les vaisseaux d'un animal *vivant* les deux aiguilles, l'une communiquant avec le pôle positif et l'autre avec le pôle négatif, il se forme un caillot autour de chaque aiguille, mais il est bien plus gros et plus solide autour du pôle positif qui favorise la coagulation de la fi-

brine. Sur les animaux morts et sur du sang défibriné, il ne se forme de coagulation qu'autour de l'aiguille positive; aussi la plupart des auteurs recommandent de n'enfoncer dans les tumeurs sanguines que l'aiguille positive. Broca cependant conseille d'enfoncer les deux aiguilles et de profiter ainsi de la coagulation fibrineuse qui a lieu près de l'aiguille négative. Cette question d'ailleurs a été longuement et souvent discutée, depuis 1846, époque à laquelle Hamilton proposa, pour diminuer les chances d'accidents consécutifs à l'escarrification du trajet des aiguilles, de ne placer dans le sac que les aiguilles positives. On a même prétendu que l'aiguille positive introduite seule dans le sac donne un caillot plus solide que si on y introduit à la fois les aiguilles positives et négatives[1].

MM. Teissier et Franck ont constaté la fréquence des hémorrhagies par la piqûre des aiguilles négatives, et leurs expériences, sous ce rapport, nous paraissent très exactes : (nous avons d'ailleurs cité plus haut le fait que nous avons observé sur le cerveau d'un pigeon) mais nous croyons avec MM. Bacchi et Bochefontaine qu'ils ont exagéré l'importance de la formation des gaz et la possibilité d'embolies gazeuses. Dans le traitement des kystes du corps thyroïde, M. le Dr Henrot s'est également trop préoccupé de cette formation de gaz par l'influence électrolytique. Ces bulles de gaz sont très petites, et s'absorbent très facilement et très rapidement. Si, dans quelques cas, on a trouvé des bulles de gaz en grande quantité, c'est qu'il est probable qu'elles provenaient d'autre source ou que les appareils étaient défectueux, et nous pouvons affimer qu'il n'y a jamais à redouter l'influence fâcheuse des gaz qui peuvent se former par l'ac-

1. Voir Art. ANÉVRYSME de M. Léon Le Fort, *Dict. Encyclopédique.*

tion décomposante des piles conseillées pour ces opérations.

Les dernières expériences les mieux faites et les plus concluantes sont celles de M. Laurent Robin (thèse de Paris 1880) qui est arrivé aux conclusions suivantes :

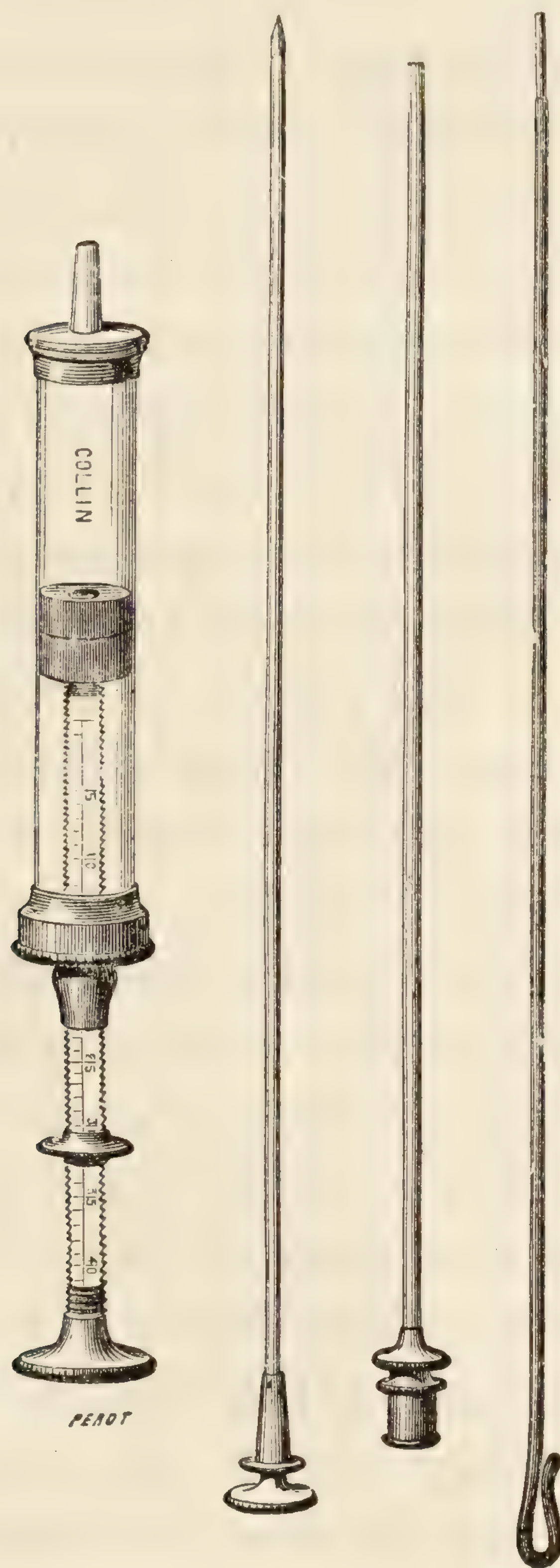


Fig. 91. — Aiguilles.

L'introduction des deux aiguilles (positives et négatives) détermine une coagulation plus rapide qu'une seule aiguille, mais la coagulation est imparfaite.

Avec l'aiguille négative seule, on n'obtient pas de caillot, et on évite difficilement une hémorrhagie.

Enfin avec l'aiguille positive seule, on obtient un caillot plus petit qu'avec les deux aiguilles, mais plus solide et plus résistant.

Le vrai et le seul danger de l'introduction des aiguilles dans les artères ou dans les tissus, est la formation de l'escarre autour des aiguilles. C'est pour cela qu'on a proposé, dès le principe, d'enduire les aiguilles d'un corps isolant; mais cela est loin d'être facile et pratique, car presque toujours le vernis s'écaille, et par le fait seul du passage de l'électricité, il perd de son adhérence. Au pôle négatif, il s'enlève avec une facilité remarquable, tandis qu'au pôle positif il devient adhérent aux tissus mêmes et rend plus difficile l'extraction de l'aiguille. La force employée pour retirer l'aiguille enduite d'un corps isolant, peut amener un peu d'arrachement des tissus et faciliter ainsi les hémorrhagies.

Dans quelques cas on peut se servir, pour éviter les escarres et les douleurs vives qui se produisent au contact de la peau et de l'électrode, du procédé suivant que nous avons imaginé surtout pour les opérations électrolytiques des kystes ou de l'hydrocèle. Un fil de platine très fin (fig. 91) est recouvert d'une couche de cire à cacheter ou mieux de vernis sur toute sa longueur, excepté à son extrémité, et peut pénétrer dans le tube d'un trocart capillaire. Le fil de platine doit dépasser de 3 à 6 millimètres la canule, et être complétement isolé de celle-ci par la couche de cire.

Pour l'opération de l'hydrocèle, par exemple, on enfonce d'abord le trocart dans la tunique vaginale, et, retirant le mandrin, on laisse écouler la plus grande partie du liquide;

puis on introduit dans la canule le fil de platine qui est mis en communication avec le pôle positif de la pile, tandis que le pôle négatif communique à un tampon placé sur le pli de l'aine. Le courant passe ainsi à travers la cavité séreuse en allant du tampon extérieur au fil de platine et comme l'extrémité de celui-ci est seule en contact avec les tissus, il n'agit qu'en ce point et y produit ses effets électrolytiques.

Ce procédé est non seulement plus pratique et moins douloureux que ceux employés jusqu'à ce jour, mais il présente encore l'avantage de pouvoir introduire, au moyen du trocart, une solution d'iodure de potassium, laquelle est décomposée sous l'influence du courant. On obtient alors de l'iode *à l'état naissant*, qui agit comme caustique sur la tunique vaginale et joint ainsi son action à l'action électrolytique du courant.

Ciniselli et la commission de Turin, prétendent que la petite escarre qui se forme autour de l'aiguille positive et l'oxydation de l'aiguille elle-même ont pour effet de produire une zone isolante qui remplit le même rôle que le vernis isolant. Il est certain que le courant passe moins aisément dès qu'il y a une masse décomposée autour de l'électrode, et que la polarisation de celui-ci augmente encore beaucoup la résistance, ce qui explique que pratiquement ce mode d'opération peut être utile dans certains cas.

En résumé, le vernissage de l'aiguille recommandé par quelques auteurs, est un mauvais procédé. Il est presque toujours inutile, il augmente d'une façon fâcheuse le volume de l'aiguille, et c'est avec raison qu'il a été repoussé par Ciniselli. Il est préférable d'employer soit le procédé que nous avons indiqué plus haut avec cette espèce de trocart électrolytique, soit d'introduire les aiguilles telles quelles. Dans ce cas, ce que nous croyons devoir recommander, pour

les aiguilles positives, c'est d'y faire passer au dernier moment et pendant un temps très court le courant négatif, afin de diminuer l'adhérence de l'aiguille aux tissus et de pouvoir, par conséquent, la retirer sans déchirure ou arrachement de quelques parcelles des tissus en contact direct avec l'électrode.

Il y a enfin, une condition d'excitation de la plaie à laquelle on ne songe pas assez, c'est le tiraillement qui a lieu sur l'aiguille par le poids ou par les mouvements du fil con-

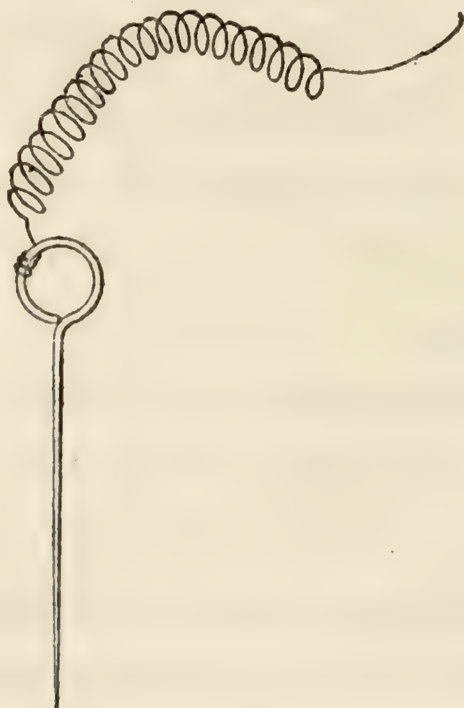


Fig. 92.

ducteur. Pour éviter ces inconvénients, M. Gaiffe a eu l'heureuse idée d'établir le contact au moyen d'un fil très léger contourné en spirale (fig. 92). De cette façon les mouvements de secousse sont atténués

Actions générales de l'électrolyse.

Il y a dans ces acupunctures électrolytiques autre chose qu'une simple décomposition chimique locale. Nous avons cru pendant longtemps que c'était uniquement à ces phé-

nomènes chimiques que se bornaient les avantages de ces applications; nous supposions que l'influence du pôle positif agissait absolument comme un acide énergique à l'état naissant, et que, du côté du pôle négatif, l'action cautérisante était analogue à celle qu'aurait déterminée un alcali énergique. Mais il y a plus que cela, et nous allons citer une série de faits pour démontrer que, dans l'emploi chirurgical électrolytique de l'électricité, il y a encore une action générale sur les éléments anatomiques qui influe beaucoup sur les résultats qu'on peut espérer.

Le fait le plus intéressant que nous ayons eu à soigner est certainement celui que nous allons rapporter, et il offre d'autant plus de valeur comme observation, que le père du jeune homme qui forme le sujet de cette observation est lui-même médecin et qu'il a pu suivre dans tous ses détails et l'affection et les résultats du traitement.

M. S.... âgé de vingt et un ans, n'avait que neuf ans lorsqu'une petite tumeur, de la grosseur d'un pois se montra sans cause appréciable sur la partie antérieure et supérieure du bord interne de l'avant-bras gauche; deux ou trois ans après, à la suite d'exercices gymnastiques fréquemment réitérés, elle se développa et acquit la grosseur d'une noix; cette tumeur était ronde, facilement réductible par la compression, sans changement de coloration à la peau, il fut facile de comprendre alors que c'était une tumeur veineuse. Pour empêcher l'augmentation de volume, on exerça une légère compression au moyen d'un bracelet élastique, qui maintenait la tumeur réduite. A l'âge de seize ans, peut-être à la suite d'un exercice violent, il survint une véritable inflammation; de la rougeur, du gonflement et de la douleur se manifestèrent. Le repos et des cataplasmes firent disparaître ces symptômes, mais la tumeur

était toute changée, elle avait doublé de volume, elle était devenue ovoïde, son grand diamètre dirigé dans le sens de la longueur du bras. Aussi grosse qu'un œuf de poule, elle était devenue bilobée, le lobe inférieur plus petit que le supérieur, et elle resta ainsi jusqu'au moment où nous la vîmes.

Les embolies étant plus à craindre dans une tumeur veineuse que dans une tumeur artérielle, ce n'est qu'avec une grande précaution que nous osâmes, le premier jour, provoquer une coagulation dans une tumeur veineuse aussi considérable. Pour bien nous assurer de la nature de la tumeur, et être en même temps certain d'avoir pénétré dans la masse sanguine, au lieu d'enfoncer une aiguille ordinaire, nous avons fait adapter à l'aiguille de la seringue de Pravaz, un petit anneau, pour y attacher le fil électrique, en même temps que nous mettions sur la plus grande longueur de cette aiguille, un vernis à la gomme laque, pour empêcher le contact direct sur la peau.

Nous enfonçâmes l'aiguille de la seringue de Pravaz, dans la tumeur et retirant légèrement le piston de la seringue, nous vîmes une masse liquide, noire, et sans battements, envahir la seringue. Sans rien retirer, nous mettons alors l'aiguille en communication avec le pôle positif d'une pile au sulfate de cuivre de 14 éléments, et nous laissons le courant passer pendant une minute. Il n'y a aucun changement appréciable dans la tumeur, et ce n'est que vers le soir que M. S... ressent un peu de douleur, et qu'il y a un peu d'empâtement. Huit jours après, nous recommencons la même opération, mais en employant cette fois une aiguille d'acier ordinaire, communiquant avec le pôle positif de vingt éléments au sulfate de cuivre, et en laissant passer le courant pendant trois minutes. Ce fut encore vers le soir et

le lendemain surtout qu'il y eut une douleur légère et de l'empâtement d'une partie considérable de la tumeur. Au bout d'une troisième séance, avec un courant de trente éléments, il y eut une coagulation complète du sang contenu dans la tumeur; l'application de cataplasmes émollients fit disparaître la douleur confuse et légère qui s'était manifestée en même temps. Ayant perdu de vue le malade, nous priâmes le père de vouloir bien nous faire savoir ce qu'il était advenu de cette opération, et voici ce qu'il nous écrivit : « La grosse tumeur dont mon fils était porteur, avant d'être soumis à votre traitement, se trouve réduite aujourd'hui des trois quarts de son volume, et elle ressemble à une simple veine variqueuse qui ne gêne en rien les mouvements du membre. D'un autre côté, elle n'a plus aucune tendance à grossir. »

Nous croyons que la ponction, dans la première séance, avec la seringue de Pravaz, est une chose utile; elle nous a démontré, dans ce cas, avec certitude, que la tumeur était bien veineuse, et il est certain que cette exploration peut toujours être faite avec avantage. Néanmoins, dans un cas d'anévrysme de l'aorte descendante, chez un malade du service de M. Hayem, nous n'avons eu, par ce moyen, aucune indication, et même nous avons été induit en erreur. M. Hayem ayant enfoncé l'aiguille profondément aux points où les pulsations étaient les plus apparentes, il n'est arrivé dans la seringue qu'une ou deux gouttes de sang, et nous fûmes tous deux persuadés que la tumeur était une tumeur solide en rapport avec l'aorte. M. Hayem fit même une exploration au moyen du trocart de l'appareil aspirateur, sans pouvoir retirer de sang; il paraissait donc évident que la tumeur n'était nullement anévrysmale. Cependant, l'autopsie démontra que nous avions bien été dans l'aorte et que la

tumeur était due à un énorme anévrysme, mais dont les parois étaient recouvertes d'épaisses couches de fibrine. Si nous n'avions pas fait cette exploration avant l'opération, nous aurions certainement été persuadés que ces couches de fibrine étaient le résultat de l'électrolyse, et que nous avions amené un commencement de guérison; à ce point de vue, l'emploi du trocart explorateur a donc eu une certaine utilité.

Nous ajouterons encore une remarque qui peut paraître paradoxale, mais qui confirme bien ce que nous voulons démontrer, à savoir que l'influence générale et les modifications consécutives ne sont qu'en partie le résultat des altérations chimiques locales et momentanées. Comme nous l'avons observé dans des cas de varicocèle, il n'est même pas nécessaire de pénétrer dans le vaisseau pour en obtenir la coagulation. Les observations ont été relatées dans leurs détails, dans la thèse du Dr Percepied, « *Sur l'application de l'électricité au traitement du varicocèle.* » Dans trois cas qui nous sont personnels, nous sommes certain de n'avoir amené l'aiguille qu'au contact extérieur du vaisseau, et cependant il y a eu coagulation et guérison. Ainsi, l'influence chirurgicale de l'électrolyse *n'est pas seulement locale et momentanée*, comme on l'a cru et comme nous en étions nous-même persuadé, mais il y a en même temps une modification plus profonde, plus durable et souvent plus efficace.

Traitement des anévrysmes par l'électrolyse.

L'emploi de l'électrolyse dans les anévrysmes a pour base logique le but que l'on recherche dans tous les modes de traitement de l'anévrysme, à savoir la formation d'un caillot organisé et l'oblitération de la poche anévrysmale.

Les considérations générales que nous avons développées plus haut, suffisent pour que l'on puisse, dans les différents cas qui peuvent se présenter, agir en conséquence. Nous ne pouvons insister sur l'historique de cette question; disons seulement que la première mention d'anévrysme heureusement modifié par l'emploi du courant continu se trouve dans la thèse de Clavel (1837), mais que ce ne fut guère que les travaux de Pétrequin et de Ciniselli qui appelèrent l'attention sur ce mode de traitement.

Jusqu'à ces dernières années, la galvanopuncture, dans le traitement des anévrysmes, était restée peu répandue, et nous croyons que la cause principale était la crainte qu'éprouvaient la plupart des médecins, d'introduire les rhéophores dans des troncs artériels. Nous en jugeons d'après nous-même, car malgré les effets inoffensifs que nous avions observé sur les animaux, nous avions une appréhension très grande pour l'emploi de ce mode de traitement, et malgré la sollicitation de quelques médecins à l'essayer chez des malades à l'hôpital, nous nous dérobions, et nous évitions toute tentative de ce genre.

En France, c'est incontestablement à M. Dujardin-Beaumetz que revient l'honneur d'avoir, dans ces dernières années, appelé de nouveau l'attention sur ce traitement, et l'observation qu'il a publiée en 1877, a été le point de départ d'une série d'opérations de ce genre. Nous relaterons ici surtout les faits principaux qui ressortent de cette observation si complète (Voir *Union médicale*, 1877, 3e série).

Un malade âgé de trente-six ans, était atteint d'un anévrysme de la première portion de l'aorte ascendante, ayant déterminé, en même temps, une insuffisance aortique. La poche anévrysmale avait son sommet dans le second espace intercostal et sa base au niveau de la face convexe du foie, elle s'étendait dans les troisième, quatrième et cinquième espaces intercostaux.

La tumeur qui était restée stationnaire quelque temps, se mit à augmenter de jour en jour, les pulsations devinrent de plus en plus énergiques, et le malade pouvait à peine quitter son lit, tant sa dyspnée et ses souffrances étaient vives. On pratique l'opération le 14 juin avec vingt-six éléments de la pile de Gaiffe au sesquioxyde de fer, et avec des aiguilles à électropuncture ayant 65 millimètres de long et 6 dixièmes de millimètre de diamètre.

Le pôle négatif était représenté par une très large plaque recouverte d'une épaisse peau de chevreau que l'on avait eu soin de tremper dans l'eau et qui fut placée du côté de la tumeur, mais plus bas (Voir fig. 93). Une des aiguilles fut plongée dans le quatrième espace intercostal à 3 centimètres du bord droit du sternum, une seconde aiguille à 1 centimètre plus loin dans

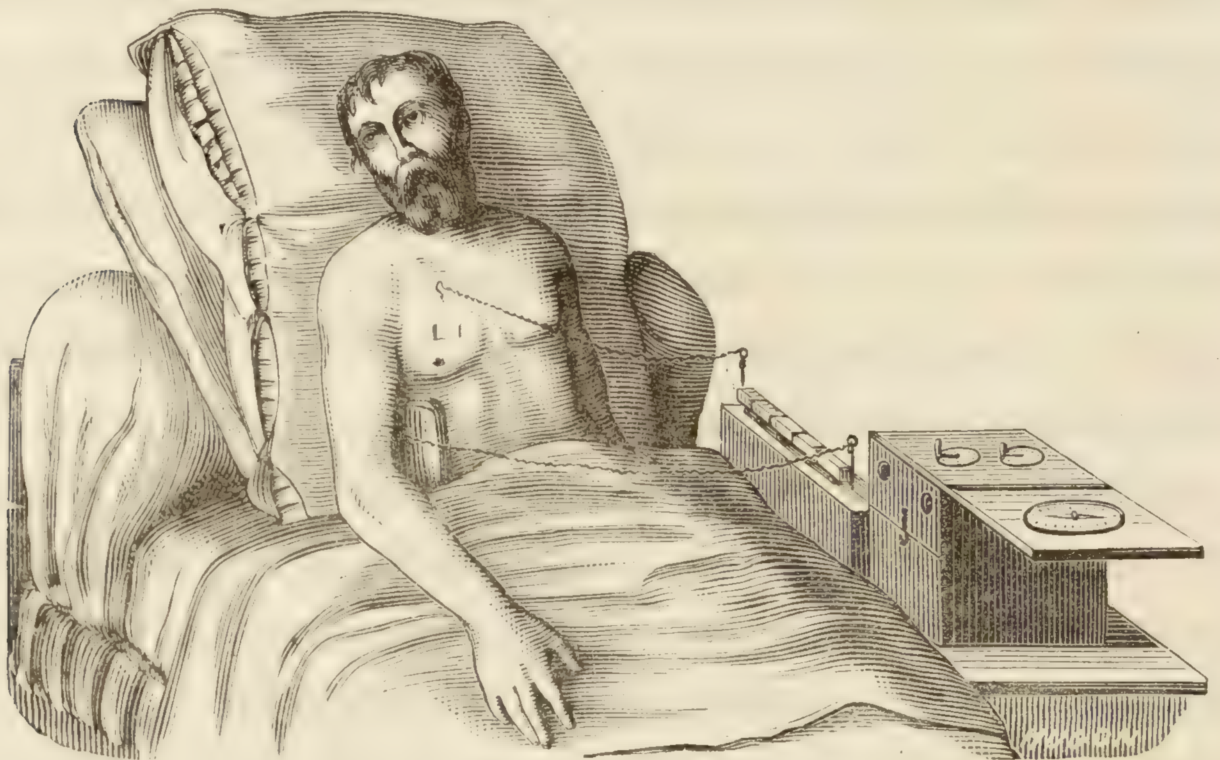


Fig. 93.

le même espace intercostal; enfin une troisième aiguille a été enfoncée dans le troisième espace intercostal à 3 centimètres et demi du bord droit du sternum. Les lettres A, D, B, marquées sur le schéma (fig. 94) indiquent d'une manière précise les points où ont pénétré ces aiguilles. Puis, le pôle négatif étant toujours appliqué sur la plaque posée sur la partie latérale et droite du thorax, on fit passer successivement par chaque aiguille le courant positif pendant cinq minutes, en ayant soin de ramener la pile à zéro lorsqu'on changait les courants, et d'augmenter graduellement le nombre de piles. Après cette première série d'applications, on recommença de nouveau une seconde application de cinq minutes de durée par chaque aiguille, de telle sorte que, pendant une demi-heure, le courant positif a traversé la tumeur, le malade, pendant tout ce temps, éprouva peu de douleur; seulement, l'aiguille placée dans le troisième espace intercostal produisit, au moment du

passage du courant, une sensation douloureuse plus vive et différente de celle qu'il éprouvait lorsque le courant avait passé par les autres aiguilles.

Les aiguilles furent retirées sans difficulté, elles présentaient une oxydation des plus marquées. Le malade fut laissé dans l'immobilité la plus complète et une vessie pleine de glace fut appliquée sur la tumeur.

Quatre heures après l'opération, on sentait déjà une diminution notable dans les battements et le malade éprouvait un grand soulagement. Le lendemain, on constatait d'une façon évidente la production d'un caillot au niveau du quatrième espace intercostal, et là où la main, avant l'opération, était vivement soulevée et où l'œil distinguait des battements fort appréciables, c'est à peine si l'on observait des pulsations lointaines et profondes.

Dans le troisième espace intercostal les pulsations, quoique amoindries, se manifestaient encore; les jours qui suivirent l'opération ne firent qu'augmenter l'amélioration déjà constatée. A la date du 10 juillet, le malade ne ressent plus les battements si douloureux qu'il éprouvait autrefois; l'application de la main constate une diminution très notable dans les battements de la tumeur, et le cardiographe vient compléter ces renseignements en montrant dans les tracés une notable différence entre l'intensité des pulsations.

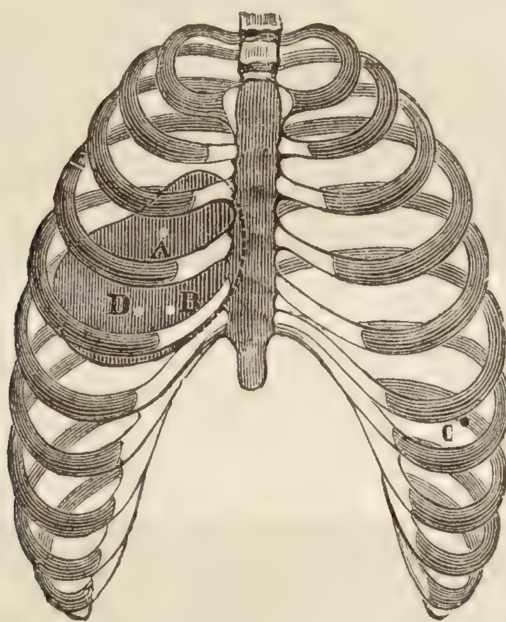


Fig. 94.

On peut en juger en composant les figures 95 et 96. La première indiquant le tracé pris sur la tumeur avant l'opération, et la figure 94 indiquant le tracé pris sur la même région (4e espace intercostal) après l'opération.

Les escarres sèches très peu étendues, qui s'étaient formées autour de chaque piqûre de la peau, sont tombées.

Tous ces signes nous permettaient d'affirmer que, par l'électrolyse, nous avions obtenu la coagulation d'une certaine quantité du sang contenu dans la tumeur, et que la couche ainsi formée vient doubler les parois de la poche,

mais cette couche est de peu d'étendue; aussi avons-nous décidé de recourir à une nouvelle application de l'électrolyse.

Cette seconde opération eut lieu le mercredi 11 juillet; cette fois nous avons appliqué les trois aiguilles dans le quatrième espace intercostal, la première à 1 centimètre du sternum, et les autres à une distance de 1 centimètre l'une de l'autre; le pôle négatif était toujours appliqué sur la partie inférieure du thorax. Le manuel opératoire fut identiquement le même que celui que nous avions suivi précédemment, c'est-à-dire que le courant positif seul fut appliqué pendant deux périodes de cinq minutes à chacune des trois aiguilles. Cette seconde application ne présenta rien d'extraordinaire, si ce

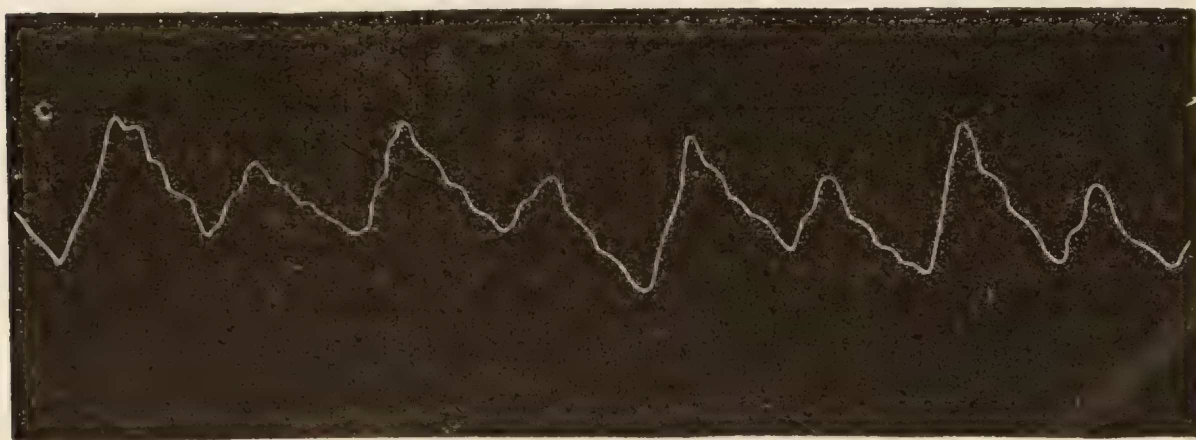


FIG. 95. — Tracé pris sur la tumeur, avec le sphygmographe, dans le quatrième espace intercostal.

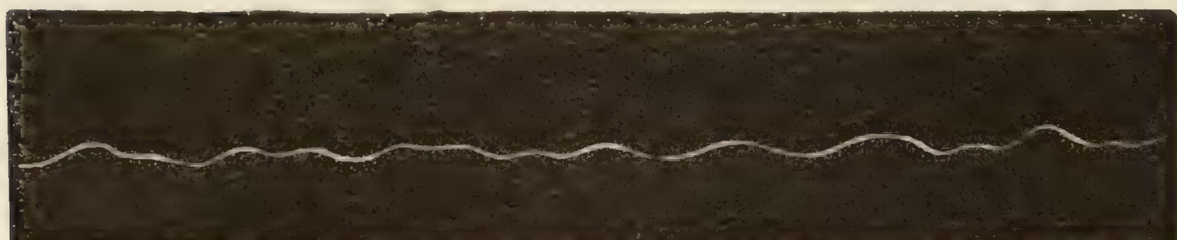


FIG. 96. — Tracé pris sur la tumeur, par le cardiographe, dans le quatrième espace intercostal.

n'est que l'on constata que l'application du pôle négatif à la base de la poitrine amenait, par l'action des mouvements respiratoires qui appliquent ce pôle plus ou moins complètement sur la poitrine, des irrégularités dans le passage du courant; aussi conseillerons-nous désormais d'appliquer ce pôle négatif non plus sur la poitrine, mais bien sur une surface toujours immobile, telle que la partie supérieure de la cuisse[1]. Le lendemain, l'améliora-

1. Nous croyons que la distance serait ainsi trop grande, et contrairement à M. Dujardin-Beaumetz, nous ne croyons pas qu'il soit utile de porter la plaque négative aussi loin. Les parois de l'abdomen permettent une pression assez forte qui empêche les interruptions du courant.

tion était notable, et l'on ne percevait presque plus de battements dans le quatrième espace intercostal, et cette amélioration se maintint les jours suivants; la douleur avait diminué, et le malade ne ressentait plus cette sensation d'oppressement qui le gênait d'une façon si notable.

Mais, à mesure que cette amélioration se produisait du côté de l'anévrysme, on voyait apparaître les premiers troubles indiquant que le cœur commençait à devenir insuffisant; de l'œdème apparaissait aux extrémités et envahissait peu à peu les membres inférieurs, les bourses et la partie inférieure du tronc; les urines devinrent rares, la région hépatique douloureuse; le foie augmenta de volume, et l'on assista peu à peu à tous les troubles qui accompagnent les affections organiques du cœur. Malgré un traitement approprié (digitale, café, bromure de potassium, diurétiques, drastiques, etc.) ces troubles ne se modifièrent pas; l'œdème et la congestion des différents viscères s'accentuèrent de plus en plus, et le malade succombait, le 27 août, aux progrès de sa maladie du cœur, sans qu'une seule fois l'amélioration constatée du côté de l'anévrysme se fût démentie.

A l'autopsie, on constate qu'il existe dans la première portion ascendante de l'aorte une poche qui occupe le côté droit du sternum, recouvrant les troisième, quatrième et cinquième espaces intercostaux. Cette tumeur est pyriforme, sa base repose sur le diaphragme; elle présente les dimensions suivantes : elle a, dans son diamètre antéro-postérieur, 0,075; le diamètre transversal, à la base, est de 0,105; son diamètre transversal, au sommet, est de 0,075 ; sa hauteur est de 0,100. Cette poche, lorsqu'elle est ouverte à sa partie postérieure, montre qu'elle communique par un orifice circulaire et régulier, placé au-dessus des valvules sigmoïdes, avec l'aorte; que, de plus, cette poche n'a de paroi propre qu'à sa partie postérieure, la face antérieure est constituée par la paroi thoracique elle-même ; du sang liquide occupe la tumeur, sauf à la partie antérieure où existe un caillot résistant d'un centimètre d'épaisseur adhérant à la partie antérieure du thorax, et protégeant ainsi les espaces intercostaux et les cartilages qui commencent à subir une altération très notable. Le poumon droit est adhérent à cette poche et double cette paroi.

Cet examen vient confirmer nos prévisions qui nous portaient à croire que la diminution si notable des battements de la tumeur dépendait d'un caillot formé par l'électrolyse; ce caillot, nous l'avons trouvé à l'autopsie, et nous avons vu qu'il doublait la paroi antérieure de la poche au niveau des espaces intercostaux, empêchant ainsi les progrès ultérieurs de la tumeur et s'opposant à la destruction déjà commencée des cartilages et des côtes. Mais ce caillot adhérent était peu considérable, surtout lorsqu'on le compare à l'étendue de la poche anévrysmale, et l'on peut même se demander si, dans des tumeurs aussi considérables, l'électrolyse peut amener la coagulation complète de tout le sang qui y est contenu. Nous pensons que, dans l'immense majorité des cas, l'électrolyse ne peut former que des caillots plus ou moins épais doublant et fortifiant les parois de l'anévrysme, sans jamais en obtenir la guérison complète, et, à cet égard,

nous pouvons invoquer les résultats de Ciniselli, qui n'a jamais obtenu de guérison complète, mais seulement des améliorations plus ou moins durables.

C'est ce que l'électrolyse donnera dans la majorité des cas, et ce résultat n'est pas à dédaigner. En effet, chez notre malade, nous voyons que si la maladie du cœur déterminée par l'insuffisance aortique n'avait pas entraîné la mort du sujet, nous eussions obtenu, par ce moyen, une paroi protectrice empêchant les progrès ultérieurs de la maladie. Nous pensons donc que toutes les fois que l'on aura à craindre soit la rupture de la poche anévrysmatique, soit la compression et la destruction d'organes importants, lorsque surtout le malade n'aura pas d'autre altération du cœur ou des gros vaisseaux, et lorsque la poche ne sera pas trop considérable, on pourra et on devra recourir à l'emploi de l'électrolyse, méthode relativement facile, et qui ne s'accompagne pas d'accidents graves.

M. Proust a fait deux fois l'opération de l'électrolyse dans des cas d'anévrysme, M. Ball une fois et tous les deux ont employé le même procédé que M. Dujardin-Beaumetz, les mêmes pôles et les mêmes dispositifs. Nous n'avons à mentionner comme fait spécial, pour le premier cas de M. Proust qu'une sorte d'éréthisme plus ou moins violent qui avait lieu du côté de la tumeur, immédiatement après l'opération, mais qui n'eut jamais de conséquences graves. Enfin, dans tous ces cas, ce n'est pas *immédiatement, mais seulement quelques jours après l'opération*, que l'amélioration a lieu, ce qui confirme ce que nous disions plus haut, à savoir qu'il ne faut pas tenir uniquement compte des modifications locales, et que, dans l'emploi chirurgical électrolytique de l'électricité, il y a encore une action générale qui influe beaucoup sur les résultats que l'on peut espérer.

Varices. Hémorroïdes. Nævi vasculaires. Kystes.

On conçoit que tout ce qui a été dit pour les tumeurs anévrysmales, puisse se rapporter aux différentes dilatations veineuses ou capillaires. Aussi, a-t-on employé avec succès

la galvano-puncture dans le traitement des varices, des hémorroïdes et des petites tumeurs érectiles. Dans les hémorroïdes, les résultats sont si avantageux, avec les divers cautères actuels, et parmi ceux-ci le galvano-cautère étant des plus faciles à manier, qu'il est réellement inutile de songer à l'action électrolytique des courants de la pile.

Dans les varices, l'électrolyse présente des avantages plus considérables, et le procédé est des plus simples. Seulement ce n'est évidemment que dans des cas spéciaux, qu'il est utile d'avoir recours à cette méthode, et lorsqu'on est obligé de déterminer l'obstruction par coagulation d'une ou de plusieurs veines. On a publié, en Italie surtout, un grand nombre de guérisons par ce procédé[1].

Pour les tumeurs érectiles, lorsqu'elles sont un peu considérables, les opérations chirurgicales ordinaires sont plus expéditives et souvent moins douloureuses, mais l'électrolyse offre de plus grands avantages que tous les autres modes de traitement dans les *nœvi materni*, désignés encore sous le nom de *signes de naissance*, *taches vineuses*, etc. Évidemment les divers caustiques, les vésicatoires suppurant longtemps, le tatouage, la scarification, les boutons de vaccin, etc., ont une action efficace et souvent curative, mais la cicatrice est toujours apparente et disgracieuse, ce qui, pour la figure, est justement l'inconvénient de ces taches, tandis qu'avec l'électro-puncture on ne détermine aucune escarre, et l'on peut parfaitement limiter l'action *à condition toutefois que la tumeur ne soit pas trop étendue.*

De plus, avec la méthode électrolytique, on peut pénétrer directement dans le réseau capillaire dilaté, et, sauf la sensation de piqûre, il n'y a que fort peu de douleurs.

1. Voir surtout la *Gazzetta clinica di Elettroterapea* publiée à Palerme.

Il faut, pour enfoncer les aiguilles, se servir un peu du procédé des Japonais pour l'acupuncture, c'est-à-dire après avoir rapidement percé l'épiderme, on doit rouler l'aiguille pour qu'elle pénètre plus avant. Pour remplacer mécaniquement la pratique et l'habileté nécessaires pour que ces pénétrations d'aiguilles se fassent sans douleur, M. Gaiffe a imaginé un petit appareil qui consiste en un cylindre, avec un petit corps de pompe qui imprime à l'aiguille une vitesse assez grande. Cet appareil a de plus le grand avantage de pouvoir limiter la pénétration, et un anneau que l'on place d'avance à la hauteur voulue détermine la longueur de l'aiguille qui pénètre dans les tissus.



Fig. 97. Fig. 98.
Aiguilles à électro-punctures.

Quoiqu'il en soit et en prenant pour exemple, un nævus des plus difficiles à guérir, une tache vineuse de la face, offrant une très faible épaisseur, voilà comment il faut procéder, ou du moins voilà comment nous avons procédé.

Nous avons enfoncé sous l'épiderme une petite aiguille en acier bien acérée et aussi mince que possible.

Cette aiguille (fig. 97) est beaucoup plus courte que celles qui sont employées d'ordinaire pour l'électro-puncture (fig. 98) car il n'est nullement nécessaire d'avoir une longueur considérable, et le poids d'une aiguille longue est un embarras et une complication.

L'aiguille devant être enfoncée latéralement, on ne peut se servir d'aucun appareil permettant de donner à l'aiguille

plus de vitesse, et c'est avec la main qu'il faut agir, traverser rapidement l'épiderme, et aussitôt imprimer un mouvement de roulement de manière à faire pénétrer l'aiguille sous l'épiderme de un à deux millimètres.

Il est complètement inutile d'employer des aiguilles dont une partie serait recouverte d'une matière isolante. Celle-ci n'a, dans ce cas, aucune utilité et ne ferait que rendre les aiguilles plus épaisses et plus lourdes. Mais, il y a quelquefois avantage à établir le contact entre les aiguilles et le fil conducteur, au moyen de la petite spirale en fil fin, imaginée par M. Gaiffe (fig. 92, p. 216).

Si le malade est très pusillanime, on peut anesthésier localement la partie à électrolyser, mais cela n'est généralement pas nécessaire car la douleur n'est pas bien vive, et la réaction qui suit l'anesthésie locale est toujours plus désagréable, que la sensation de légère brûlure que détermine l'opération.

C'est évidemment le pôle positif qui doit être mis en communication avec l'aiguille qui est enfoncée dans la peau. Il est, de plus, préférable de n'enfoncer qu'une seule aiguille à la fois, car il n'y a que des inconvénients dans ce cas à en enfoncer plusieurs en relation avec le même pôle, et il n'y a absolument aucun avantage au point de vue de l'énergie coagulante ou cautérisante.

Le pôle négatif sera placé le plus près possible de l'aiguille enfoncée dans les tissus. Il y a avantage, en effet, à ne pas faire passer le courant dans une masse trop considérable du corps, car non seulement on diminuerait inutilement l'intensité du courant, mais on électriserait des régions plus ou moins sensibles, et il est absolument superflu de déterminer des actions électrolytiques ou autres, dans des tissus qui sont sains. Nous croyons même que dans les opé-

rations faites, pour le traitement électrolytique des anévrysmes on place toujours le pôle négatif trop loin; on veut, il est vrai, éviter le soulèvement du tampon par les côtes, mais en fixant bien le tampon, non pas avec une bande, mais avec les mains d'un aide, on n'a pas à redouter cet inconvénient.

La source électrique peut être une pile quelconque; celle-ci aura une action cautérisante plus grande et plus prompte avec des éléments à action chimique forte (piles au sulfate de mercure, pile Bunsen, etc.), mais l'action consécutive sera plus prononcée avec les piles au sulfate de cuivre. Dans tous les cas, ces piles suffisent et les appareils employés pour les courants continus peuvent parfaitement servir. Quant à nous, nous n'employons plus jamais dans ces cas, d'autres appareils que ceux dont nous nous servons pour l'usage médical proprement dit.

Voilà comment nous avons opéré dans quelques cas, aussi bien chez des enfants que chez des grandes personnes. Après avoir mis le pôle positif en contact avec les petites aiguilles en acier, nous appliquons le tampon large et humide du pôle négatif, à quelques centimètres de l'aiguille que l'on a enfoncée superficiellement et en longueur dans la tache sanguine. Le galvanomètre indique aussitôt le passage du courant, car on ne peut guère se fier à la sensation éprouvée par le malade, celle-ci pouvant dépendre de la petite plaie.

Il se forme rapidement près de l'aiguille, un liseré noirâtre, et dès qu'il est formé on peut retirer l'aiguille. Il ne faut pas d'ailleurs laisser les aiguilles au même point (une minute et même quelques secondes suffisent) car leur adhérence aux tissus devient sans cela trop considérable.

Il se forme autour de la petite escarre une légère inflam-

mation, qui n'a rien de bien intense car dès le troisième jour, elle a disparu en grande partie. A ce moment, on pourrait croire que l'électrolyse n'a produit aucune amélioration car l'aspect n'a guère changé et ce n'est qu'au bout de cinq à six jours, que l'on constate une différence de coloration. Les régions électrolysées sont plus violacées que celles sur lesquelles on n'a pas agi, elles sont affaissées et comme étiolées; peu à peu leur teinte rouge disparaît complètement et il ne reste souvent à la place de la *tache* qu'une série de petits *points* rouges, formant autant de petits îlots, qu'il faut alors attaquer successivement.

On ne doit, d'ailleurs, jamais se hâter de renouveler les opérations, car, en les espaçant, on arrive assez fréquemment à constater la disparition complète de quelques points rouges, que l'on aurait pu croire permanents. Dans ces cas, comme dans les opérations électrolytiques sur des kystes, on est souvent très agréablement surpris de l'amélioration qui se produit d'elle-même et peu à peu, pendant les semaines qui suivent une opération même légère.

Traitement des épanchements par l'électrolyse.

L'action cautérisante et modificatrice des courants de la pile, est souvent d'un heureux secours dans les différents épanchements de sérosité, ou dans des kystes.

On peut presque dire qu'elle peut remplacer dans la plupart des cas, les injections de substances irritantes, telles que la teinture d'iode, l'alcool, etc. Elle a l'avantage de pouvoir être mieux limitée, plus rapide, et d'agir plus intimement sur les tissus. En effet, c'est dans les élément mêmes qui forment la paroi des liquides épanchés, qu'elle cherche les principes cautérisants, et non seulement elle

agit ainsi par des substances à l'état naissant, mais par cela même qu'elle les fait naître, elle modifie la composition des tissus. C'est évidemment l'idéal de toute cautérisation.

Hydrocèle. — Le Dr Schuster est le premier, croyons-nous, qui ait appliqué au traitement curatif de l'hydrocèle, la galvanisation continue. Il se servait d'aiguilles en acier qu'il implantait directement dans la tumeur, et faisait passer le courant pendant plusieurs minutes.

Nous avons employé, comme nous l'avons déjà dit précédemment, le procédé très simple suivant, modifié selon les cas, seulement en ce qui concerne l'écoulement de la sérosité. Lorsque celle-ci est très peu abondante, il suffit d'introduire jusque dans la tunique vaginale, des stylets minces communiquant avec les deux pôles de la pile. Dans ces conditions, il est en en effet plus avantageux de se servir des deux poles car l'action est plus considérable et plus rapide.

Lorsque l'hydrocèle est volumineuse, nous croyons qu'il est toujours préférable de faire écouler la plus grande partie de la sérosité, et d'injecter une petite quantité d'une solution concentrée d'iodure de potassium. Cette injection se fait par le même trocart que celui qui a servi à ponctionner et l'on peut également se servir de ce trocart comme électrode, en y adaptant le fil du pôle négatif de la pile.

L'emploi de la solution d'iodure de potassium n'est pas absolument nécessaire, mais il est certain qu'elle ajoute beaucoup à l'action cautérisante de l'électrolyse, car l'iodure de potassium se décompose très facilement, et à l'*état naissant* l'action est toujours beaucoup plus énergique.

Si l'on veut éviter l'escarre superficielle et en même temps diminuer la douleur, on fera bien d'adopter le mode opératoire que nous avons déjà indiqué, c'est-à-dire d'employer un fil de platine très fin, isolé jusqu'à son extrémité, qu'on

substitue au mandrin, en conservant la canule à sa place.

Nous avons employé ce procédé avec succès dans plusieurs cas, et plusieurs opérations du même genre, toujours avec une guérison rapide ont été publiés dans la *Gazette clinique d'électrothérapie* du Dr Dichiara (Palerme 1883).

Nous ne citerons que l'observation où pour la première fois nous avons employé ce procédé, qui a eu l'avantage de guérir à la fois l'hydrocèle et le varicocèle. Elle est donc doublement instructive.

L'hydrocèle datait de trois ans, et avait déjà été opérée deux fois par le professeur Schutzenberger (de Strasbourg), par le procédé électrolytique. Une première fois l'électrolyse avait été obtenue avec 12 à 16 couples de l'appareil de Sthörer, le pôle négatif avait été appliqué sur l'aiguille enfoncée dans la cavité séreuse.

Plusieurs mois après cette première opération, l'épanchement s'étant reproduit, M. Schutzenberger recommença l'électrolyse, mais cette fois il fit préalablement une ponction avec la seringue de Pravaz et retira environ 15 grammes de sérosité. Après cette seconde opération, la tumeur resta un peu plus volumineuse qu'après la première opération.

Au bout d'un an, l'hydrocèle était de nouveau reformée et avait même augmenté. Le malade étant très pusillanime, et ne voulant pas consentir à un autre mode d'opération, son médecin lui conseilla d'avoir de nouveau recours à l'électrolyse et nous l'adressa.

Nous essayâmes d'abord l'emploi des courants continus proprement dits, en appliquant directement les deux pôles extérieurement sur le scrotum ; il y eut une diminution très appréciable, mais l'état resta bientôt stationnaire et il fallut recourir à un procédé opératoire, d'autant plus que la quantité de sérosité était très considérable.

Nous enfonçons d'abord le trocart dans la tunique vaginale, et retirant le mandrin nous laissons écouler la plus grande partie du liquide, puis dans la canule nous introduisons le fil de platine qui est mis en communication avec le pôle négatif de 12 éléments au bisulfate de mercure, et le pôle positif au moyen d'un tampon est maintenu sur le pli de l'aine.

Le courant passe ainsi à travers la cavité séreuse, en allant du tampon extérieur au fil de platine, et comme l'extrémité de celui-ci est seul en contact avec les tissus, il n'agit qu'en ce point et y produit ses effets électrolytiques.

Cette première séance fut très courte, non douloureuse, mais après l'opération, nous pûmes très facilement constater aussitôt l'existence d'un varicocèle.

Quelques semaines après cette opération, il s'était reproduit un peu d'épanchement et nous en profitâmes pour recommencer l'opération et tâcher d'obtenir une guérison radicale. Nous avions, il est vrai, peu d'espoir de guérir complétement cette affection, car nous ne comptions pas agir énergiquement sur le varicocèle qui à son tour augmentait le volume du scrotum.

Après avoir de nouveau enfoncé le trocart, et laissé écouler le liquide, nous injectâmes quelques gouttes d'une solution d'iodure de potassium; le contact de cette solution qui d'ailleurs fut introduite en très faible quantité, ne produisit aucune sensation. Mais cette fois, au lieu de mettre le fil de platine en contact avec le pôle négatif, nous le mîmes en communication avec le pôle positif afin d'obtenir et l'action coagulante et la présence de l'iode dans la tunique vaginale. La séance qui dura trois à quatre minutes fut très bien supportée.

Le lendemain, nous trouvâmes tout autour des testicules une masse dure qui était due à la coagulation du sang des

veines; cette masse formait une sorte de casque qui coiffait le testicule. Nous avions par notre procédé, obtenu non seulement une légère inflammation de la cavité séreuse, mais nous avions en même temps produit par l'influence électrolytique et par la décomposition de l'iodure de potassium, la coagulation du sang dans les veines. Au bout de quinze jours, toute dureté et toute induration avaient disparu; le malade est complétement guéri depuis cette époque, et il y a de cela seize ans.

Kystes du corps thyroïde et du poignet. — Ces mêmes procédés opératoires doivent être employés dans les différents petits kystes, car la région influe peu, si ce n'est pour donner la préférence à l'un ou l'autre mode opératoire. Il est certain, en effet, que du côté du cou, la simple piqûre que l'on fait avec le procédé électrolytique est un avantage considérable sur les autres procédés, tandis qu'au poignet il n'y a pas nécessité de songer autant à cet avantage. Quoi qu'il en soit, l'électrolyse rend de très grands services dans la guérison radicale des kystes, et les observations en sont nombreuses et probantes.

M. Henrot a publié l'observation d'une jeune fille chez laquelle un goître vasculo-kystique qui amenait des phénomènes de suffocation a été complètement guéri par ce procédé, alors que les injections interstitielles d'iode avaient complétement échoué. Avec M. Berger, nous avons opéré avec un plein succès, un kyste du corps thyroïde, développé assez rapidement en huit mois et qui rentrait dans la poitrine dans les inspirations profondes. M. Lücke (de Strasbourg) avait, quelques semaines auparavant, fait une ponction exploratrice et extrait un liquide de couleur chocolat. Au moment de l'opération, la teinte de la sérosité était également de cette couleur, et on en retira environ 100 grammes. Après

cette ponction, M. Berger fit un lavage avec une solution phéniquée à un quarantième et injecta une solution au dixième d'iodure de potassium. Le pôle négatif fut mis en communication avec une aiguille recouverte d'un vernis isolant, et introduite par la canule, et le pôle positif fut placé au moyen d'un tampon large, sur les parois du cou. Une légère hémorrhagie se produisit au bout de deux minutes, et c'est dans l'espoir de l'arrêter et d'agir dans ce sens par la coagulation du sang, que nous changeâmes la direction du courant. L'hémorrhagie continua à se faire, notre courant étant d'ailleurs très faible (24 petits éléments au sulfate de cuivre) et nous cessâmes l'opération. Un pansement occlusif fut appliqué, et le soir on constatait un coagulum sanguin dur, peu volumineux, et nullement douloureux. Le lendemain, la malade qui avait eu des fièvres paludéennes l'année précédente pendant un séjour à Rome, fut prise d'un frisson intense, mais la tumeur resta indolente, moins dure, mais sans aucune rougeur. Le frisson reparut quarante-huit heures après le premier accès et le sulfate de quinine eut raison de cette fièvre. La tumeur devint légèrement sensible à la pression, puis peu à peu elle se dissipa complètement et depuis elle n'a plus reparu.

Nous avons fait disparaître par des procédés analogues des kystes du poignet et les seuls cas où la tumeur a persisté, sont ceux où l'électrolyse n'a été faite que pendant quelques secondes, et sans avoir préalablement injecté quelques gouttes d'une solution d'iodure de potassium.

Devant ces résultats, nous croyons pouvoir affirmer que l'emploi de l'électrolyse est rationnel dans les différents kystes, séreux ou sanguins, chaque fois qu'il est utile de faire résorber le contenu et d'en empêcher la reproduction. Même dans certains petits kystes de l'ovaire, il y aurait utilité

et dans tous les cas, aucun danger à employer cette méthode opératoire. Cela a d'ailleurs été tenté non sans succès.

Nous ne pouvons faire une étude plus complète des applications de l'électricité à la chirurgie, et nous n'avons voulu insister que sur les principes dont découlent toutes les applications. Nous aurions encore à signaler bien des applications, ne serait-ce par exemple que la guérison des pseudarthroses par l'électrolyse, celle d'hypertrophies de la prostate par l'introduction dans la glande d'une aiguille communiquant avec le pôle négatif, etc. ; mais tous ces faits rentrent dans ceux que nous venons d'exposer et emploient les mêmes procédés. Ce que nous devons surtout retenir et ce qui domine toute la question des applications électrolytiques, c'est que la chirurgie a, par cette méthode, le pouvoir de modifier d'une façon remarquable la nutrition de certains tissus, et qu'elle peut en même temps obtenir des cautérisations n'offrant aucun danger et pouvant être faites dans des régions délicates et profondément situées. Nous insistons surtout sur les effets éloignés des actions électrolytiques, car ce n'est souvent que plusieurs semaines après l'opération que, pour ces tumeurs, l'amélioration est apparente.

Destruction des tissus. — L'action cautérisante des courants électriques peut être utilisée pour détruire des tissus, avec ce grand avantage de ne pas laisser de trace cicatricielle. C'est ainsi que MM. Mallez et Tripier l'ont employé pour détruire des rétrécissements de l'urèthre. Nous l'avons employé dans un cas de rétrécissement de l'œsophage à sa partie supérieure. Nélaton l'a vanté pour la destruction des polypes naso-pharyngiens, arrivant ainsi, sans effusion de sang, à détruire des tumeurs situées profondément dans le pharynx

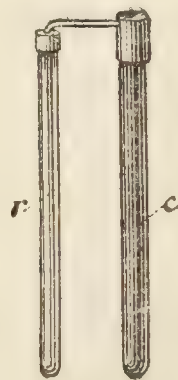


Fig. 99.

et les fosses nasales, et qui avaient été attaquées sans succès par les agents les plus énergiques.

Récemment avec M. L. Labbé, nous l'avons employé dans un cas de fort rétrécissement vaginal produit par une inflammation gangréneuse du vagin à la suite d'un accouchement des plus difficiles et des plus compliqués. Il y avait en même temps une fistule vésico-vaginale, qu'il était impossible d'opérer sans obtenir préalablement une diminution du rétrécissement. Nous croyons devoir signaler spécialement l'appareil dont nous nous sommes servis dans ce cas, car, sous un petit volume, il donne une action chimique considérable, et il est très facile à installer. Il se compose d'une série de flacons ordinaires remplis à moitié d'une solution concentrée de bisulfate de mercure, et dans lesquels on plonge au moment même de l'opération un zinc relié au charbon de l'élément voisin. Le zinc et le charbon forment un seul tout (fig. 99) uni par le sommet par une petite plaque de cuivre vernie ; le zinc est un bâton ordinaire, et comme charbon nous avons choisi celui qu'on emploie dans la lumière électrique. Ce morceau de charbon est très commode, peut avoir la longueur qu'on désire, et la pile ainsi constituée est peu coûteuse et peu embarrassante. Quand l'opération est terminée, on retire des vases, les éléments zinc et charbon, et la pile peut rester indéfiniment sans s'user, et refonctionner telle quelle à la première occasion.

TROISIÈME PARTIE

RECHERCHES PHYSIOLOGIQUES ET CLINIQUES

CHAPITRE PREMIER

ÉLECTRICITÉ ANIMALE

Nous avons dit, précédemment, que toute action chimique était accompagnée d'un dégagement d'électricité; il est donc naturel, de supposer, *a priori* que dans l'organisme vivant, il y a formation constante de courants électriques, puisqu'il est le siège constant d'un grand nombre de réactions chimiques. L'expérience confirme, en effet, cette déduction logique, et, chose remarquable, ce sont même ces courants qui ont été découverts les premiers, et qui ont conduit à toutes les autres recherches sur l'électricité. C'est le courant propre de la grenouille découvert par Galvani, qui a provoqué tous les autres travaux entrepris depuis près d'un siècle, et ce fait est des plus curieux dans l'histoire des sciences, car c'est peut-être la seule fois que l'étude des lois physiques a été le résultat de la découverte de phénomènes physiologiques.

Poissons électriques. — Nous n'avons pas à nous étendre sur les phénomènes électriques que présentent certains poissons, tels que la torpille, le gymnote, la silure

et la raie. Ces animaux possèdent des appareils spéciaux, qui ont pour fonction la formation des courants électriques, dont les décharges sont sous la dépendance de la volonté. Lorsqu'on coupe les nerfs qui se rendent à ces organes, on paralyse la puissance électrique de la portion de l'organe où ces nerfs se rendent. Il en est de même si l'on empêche le sang d'arriver à ces organes. Le fait important qui ressort de cette propriété de certains poissons, c'est que la substance organisée vivante peut donner lieu à des courants électriques assez énergiques, et que ces phénomènes cessent d'avoir lieu lorsque la circulation est empêchée. Donc, ce sont là des fonctions qui dépendent de conditions essentiellement vitales, et nous insistons sur ce point, que ces organes ne produisent des phénomènes électriques, que tant que la nutrition s'effectue. Les dernières expériences de M. Marey ont encore mis ce rapprochement en évidence, et il a pu démontrer par la méthode graphique, qu'il y a une analogie considérable entre l'élément contractile ordinaire et l'élément électrique de la torpille.

L'organe électrique de ces animaux est composé d'un grand nombre de prismes d'une forme hexagonale, rangés parallèlement les uns à côté des autres comme les alvéoles d'un rayon de miel. Chaque prisme est divisé transversalement par des cloisons membraneuses très rapprochées formant des cellules qui sont remplies d'une substance demi-fluide composée de gélatine et d'albumine.

« Malgré de grandes différences de position et de configuration extérieure, ces appareils, dit M. Gavarret[1],

1. Gavarret, *Des poissons électriques* (*Le Progrès*, journal des sciences, Paris, 1858, t. II, p. 463). Voyez également Robin, *De la production d'électricité chez les poissons du genre des Raies* (*Séances de l'Académie des sciences*, 24 juillet et 7 août 1865), et les travaux de M. Marey sur les appareils électriques des poissons.

peuvent être tous ramenés à un même type fondamental. Partout, en effet, nous avons rencontré des lamelles organiques très multipliées, très minces, gorgées de liquides, accolées de manière à former une *batterie* ou une *pile membraneuse*. Ces assemblages de membranes s'éloignent sans doute beaucoup des *piles ordinaires* composées de liquides, et de lames métalliques associées dans un ordre déterminé et dans lesquelles le courant électrique est produit par l'action chimique des liquides sur les métaux. Cependant il ne faudrait pas attacher une trop grande importance à ces différences de composition. Déjà Volta avait annoncé qu'avec trois liquides associés il serait possible de faire une véritable pile, et c'est à ce genre d'électromoteur qu'il assimilait l'organe de la torpille. L'exactitude de cette belle prévision a été mise hors de toute contestation dans ces dernières années. Par une série d'expériences très remarquables, L. Foucault a démontré qu'on peut former des *piles sans métal* à grand nombre d'éléments, avec tous les liquides conducteurs qui ne se précipitent pas les uns les autres.

» Les appareils spéciaux des poissons électriques sont donc de véritables *piles hydro-électriques*, dont les éléments actifs sont des liquides hétérogènes mis en présence sur les surfaces des lames membraneuses...

» Quel est donc le rôle du système nerveux? Son influence n'est pas directe, car le courant développé est le résultat d'une réaction chimique que le système nerveux ne peut produire, et qu'il ne saurait empêcher lorsque les liquides actifs sont en présence. Ici, comme dans toutes les fonctions de la vie organique, le système nerveux agit comme un simple régulateur. Excité d'une manière quelconque, il se conduit dans l'organe électrique comme dans les glandes

lacrymales et salivaires; au moment de l'excitation, une sécrétion abondante est produite. Mais dans le cas actuel, les liquides échangés sont les éléments actifs d'une pile organique, et, une fois la charge produite, le développement d'électricité s'effectue, sans le concours du système nerveux, par le seul fait d'une réaction chimique.

» A l'appui de cette interprétation des phénomènes, il nous serait facile d'invoquer les effets produits par l'ingestion des sels de strychnine et de morphine. Sous l'influence de ces agents, le système nerveux est fortement perturbé et toute action régulatrice disparaît; cependant le développement d'électricité n'est pas arrêté; mais les organes, au lieu de fournir les décharges régulières et *volontaires,* donnent des décharges involontaires qui traduisent l'irrégularité de l'action nerveuse, épuisent l'animal, s'affaiblissent elles-mêmes graduellement et cessent quelques secondes après la mort. »

Nous aurons plusieurs fois à revenir sur ces résultats; notre but pour le moment n'est que de constater qu'il peut y avoir dégagement d'électricité dans l'action chimique déterminée par des substances organiques vivantes. Le fait est d'ailleurs la conséquence logique de ce principe général, que toute action chimique est accompagnée d'un dégagement d'électricité. L'expérience de M. Becquerel que nous avons déjà citée, et qui consiste dans la production de l'électricité par l'action chimique de deux dissolutions salines réunies par une mèche de coton, prouve surabondamment que *la présence d'un métal n'est pas nécessaire.*

De l'électricité développée dans les actions physiologiques.

Du courant propre de la grenouille. — Galvani est le

premier qui ait démontré l'existence de l'électricité animale dans la grenouille, en mettant en communication les nerfs et les muscles d'une grenouille au moyen d'un arc composé de deux métaux. L'expérience est facile à répéter. Il suffit d'isoler les nerfs lombaires d'une grenouille (fig. 100), d'introduire sous ces nerfs une tige de zinc Z soudé à un fil de cuivre C, et l'on constate que les muscles de la patte se contractent chaque fois qu'on les touche avec l'arc métallique.

Volta, en montrant que le contact de deux métaux donne

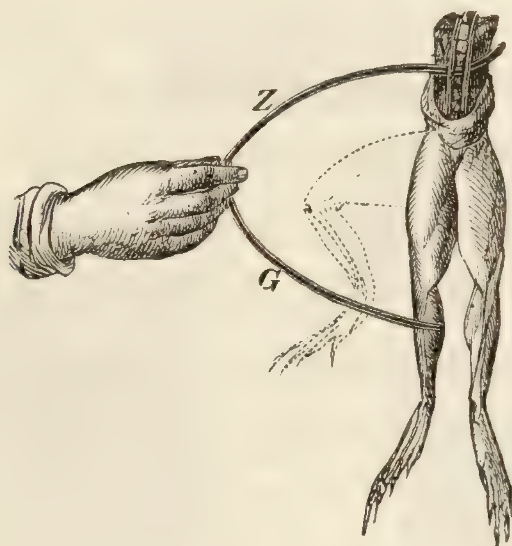


Fig. 100.

un dégagement d'électricité, obligea Galvani à changer les conditions de son expérience et à n'employer qu'un seul métal pour mettre en communication le nerf et le muscle. Volta, attribuant encore dans ce cas l'électricité développée au contact de substances hétérogènes, Galvani et son neveu Aldini firent l'expérience suivante qui est fondamentale : après avoir détaché les nerfs lombaires de la colonne vertébrale, en conservant seulement une portion de celle-ci pour les maintenir à leur partie supérieure, on les soulève légèrement avec une tige isolante, et on les amène

en contact avec la surface extérieure d'une des cuisses de la grenouille, et aussitôt la cuisse se contracte.

Ces mêmes faits furent plus tard confirmés et complétés par Humboldt et par Nobili, mais c'est surtout à Matteucci et à M. du Bois-Reymond que l'on doit les expériences les plus délicates sur ce sujet. Ils ont en même temps constaté que le courant propre de la grenouille n'est autre que le courant musculaire, et c'est par conséquent de ce dernier seul que nous devons nous occuper.

Voici les conclusions de Matteucci : 1° le courant propre de la grenouille persiste dans sa direction et dans son intensité, sans la moelle épinière, sans les nerfs spinaux et cruraux; 2° l'élément électro-moteur se réduit par conséquent aux muscles de la jambe et de la cuisse unis organiquement; quand on laisse à la grenouille préparée à la manière ordinaire sa moelle épinière, ses nerfs et ses ramifications dans les muscles, ces parties nerveuses agissent dans la production du courant, comme le fait la substance musculaire de la cuisse.

Courant musculaire. — M. du Bois-Reymond, pour constater l'existence du courant musculaire, s'est servi d'un galvanomètre très sensible et qui porte aujourd'hui son nom. On met ce galvanomètre en communication avec deux vases unis par deux coussinets de papier humide (fig. 101). On se servait autrefois de lames de platine aux extrémités de chacun des fils conducteurs du galvanomètre et d'eau légèrement salée; mais cette disposition peut occasionner plusieurs erreurs, grâce surtout à la polarisation des lames de platine. M. J. Regnauld a eu l'ingénieuse idée d'employer, pour éviter les courants de polarisation, une dissolution concentrée de sulfate de zinc avec des électrodes en zinc amalgamé. De plus, on protège les parties animales

contre l'action nuisible du sulfate de zinc par une couche d'argile humectée avec une dissolution de sel marin (1 de sel pour 100 d'eau).

Lorsqu'on place entre les deux coussinets ainsi disposés un muscle frais, on observe les faits suivants :

Si le muscle est placé entre les deux coussinets de manière à être en contact avec eux par ses deux extrémités tendineuses, on n'observe aucune déviation de l'aiguille du galvanomètre.

Si l'on dispose le muscle en un faisceau musculaire, de

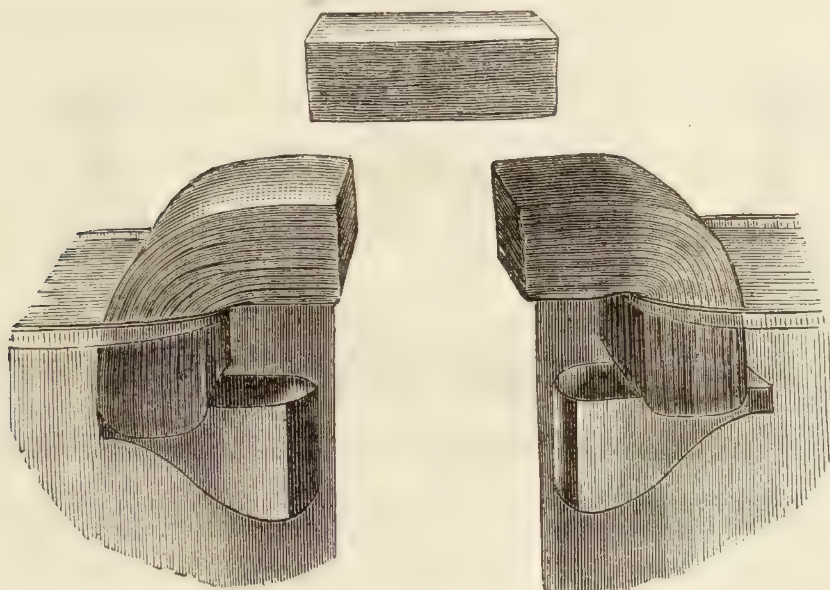


Fig. 101. — Vases conducteurs avec les coussinets de papier humide.

manière qu'un des coussinets soit en contact avec un point de la surface latérale du muscle, et l'autre avec une section transversale ou artificielle (fig. 102), on obtient une déviation de l'aiguille du galvanomètre qui indique un courant qui va dans le conducteur, de la section longitudinale à la section transversale.

Chaque point de la surface longitudinale d'un muscle est donc positif par rapport aux points de la surface transversale soit naturelle, soit artificielle.

Ce courant électrique peut encore être démontré par des

décompositions électro-chimiques, en faisant agir ce courant sur une dissolution d'iodure d'amidon en présence de l'amidon. L'iode se sépare à l'électrode positive et y colore l'amidon en bleu. Enfin, on détermine des contractions dans une grenouille galvanoscopique, en mettant le nerf en contact avec les sections longitudinales et transversales d'un muscle.

On obtient encore des courants électriques par le contact avec le galvanomètre de deux points d'une même surface, pourvu que ces points ne soient point à égale distance de la section médiane. Dans ces cas, le point le plus rapproché

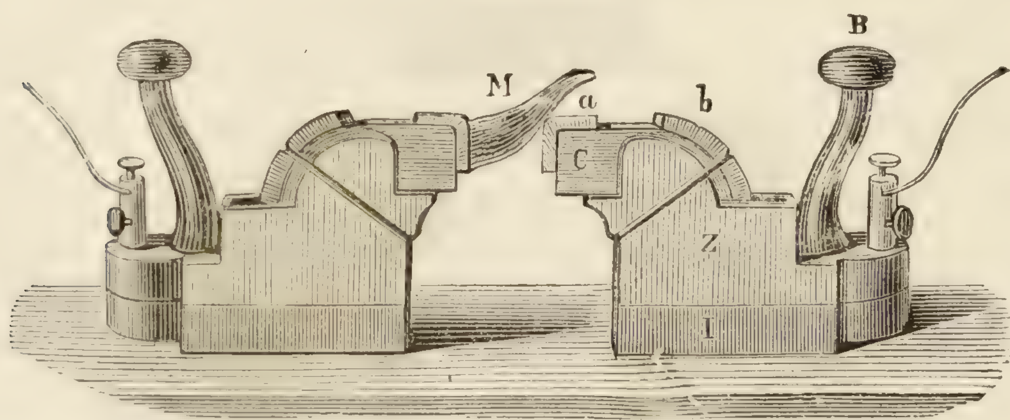


Fig. 102. — Vases conducteurs employés pour observer le courant musculaire ou nerveux.

de la ligne médiane est positif par rapport aux points les plus éloignés (du Bois-Reymond).

Lorsqu'on fait une section transversale oblique, les points situés près de l'angle aigu se trouvent négatifs par rapport aux points situés près de l'angle obtus. On appelle ces courants *courants d'inclinaison.*

Les courants musculaires ont été constatés par Matteucci, sur des pigeons et des lapins; M. du Bois-Reymond les a également constatés sur les muscles d'une jambe amputée d'un homme, sur le lapin, le cobaye, la souris, le moineau, le pigeon, le lézard, etc. Le courant s'affaiblit d'autant

plus vite que le sujet est plus élevé dans l'échelle animale.

Quand on opère sur différents muscles, on trouve que le courant est d'autant plus intense que le muscle est destiné à agir plus fortement pendant la vie; ainsi les muscles du cœur donnent un courant énergique, tandis que ceux des intestins n'en donnent qu'un très faible.

Si l'on fait contracter un muscle pendant qu'il est placé entre les deux coussinets de l'appareil de M. du Bois-Reymond, on constate que le courant musculaire s'affaiblit aussitôt d'une manière notable.

Ce changement dans l'état électrique des muscles peut déterminer des contractions dans une grenouille rhéosco-

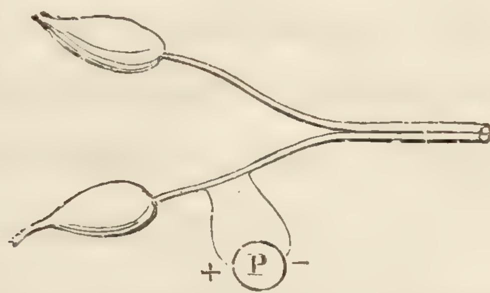


Fig. 103. — Disposition de l'expérience qui sert à démontrer la contraction induite.

pique. Si l'on électrise un nerf, comme cela est représenté figure 103, le changement moléculaire produit dans ce nerf amène une modification du même genre dans le nerf voisin et une contraction du muscle, quoique ce nerf ne soit pas électrisé directement. Ce phénomène découvert par Matteucci est connu sous le nom de *contraction induite*.

M. du Bois-Reymond croit être parvenu à constater l'existence du courant musculaire chez l'homme, sans mettre les muscles à nu. Voici en quoi consiste l'expérience : On plonge les doigts des deux mains dans deux vases pleins d'eau salée communiquant avec le galvanomètre par l'intermédiaire de deux lames de platine. Quand l'aiguille est fixe,

on contracte aussi fortement que possible les muscles de l'un des bras, en ayant soin de ne pas remuer les doigts; on voit alors l'aiguille dévier, en indiquant constamment un courant dirigé dans le galvanomètre, du vase qui communique avec le bras non contracté, au vase opposé. Si donc l'on admet avec M. du Bois-Reymond qu'il existait avant la contraction dans les deux bras des courants égaux qui s'entre-détruisaient, on comprend que lorsqu'on contracte l'un des bras, il y ait une déviation de l'aiguille aimantée, puisque, comme nous l'avons dit plus haut, la contraction amène une diminution du courant musculaire.

Le courant musculaire actuel cheminait dans chacun des bras, de l'épaule vers la main. Chez la grenouille, le courant est dirigé d'une manière contraire, ce qui serait dû, d'après M. du Bois-Reymond, à la disposition différente des muscles dans le bras de l'homme et dans les membres de la grenouille.

Becquerel a fait à l'expérience de M. du Bois-Reymond une objection très sérieuse. Il explique la production du courant par une transpiration subite du membre contracté. Ayant contracté un de ses bras, et plongé les doigts dans les vases, quelques instants après que la contraction eût cessé, ce savant observa une déviation de l'aiguille. M. du Bois-Reymond explique ce résultat par la persistance, après la contraction, de la modification qu'éprouve le courant musculaire, car dans l'expérience ordinaire l'aiguille ne revient à zéro qu'avec une très grande lenteur. De plus, M. du Bois-Reymond a constaté le même courant en mettant un vésicatoire sur les mains, croyant ainsi éliminer l'influence de la sueur[1].

1. L'influence de la peau dénudée est encore plus grande que celle de la transpiration. Les expériences de M. du Bois-Reymond sont donc, en ceci, absolument

Du courant nerveux. — Nous avons, dans le paragraphe précédent, cité les conclusions de Matteucci, qui considérait les nerfs comme de simples conducteurs de l'électricité, participant à l'état électrique des points musculaires avec lesquels ils sont en contact.

M. du Bois-Reymond a réussi à démontrer qu'il existe des courants propres dans les nerfs comme dans les muscles. Ces courants sont dirigés également de la surface longitudinale à la surface transversale. Il est parfaitement indifférent pour la direction du courant que ce soit l'une ou l'autre des deux sections transversales.

Nous verrons plus loin la différence qu'occasionne sur le courant nerveux l'irritation du nerf par des courants continus et par des courants interrompus.

Avant d'étudier les théories des courants électriques des muscles et des nerfs, nous croyons devoir ajouter quelques mots sur l'électricité végétale.

Électricité dans les végétaux. — Becquerel, Pouillet et Wartmann ont observé des phénomènes électriques dans les végétaux. Le courant, dans une section de plantes ligneuses, se dirige de l'aubier vers l'écorce. L'écorce et l'aubier sont négatifs relativement au cœur de l'arbre. Les sucs descendants sont négatifs par rapport à ceux qui sont dans les feuilles.

Becquerel explique ces courants par la réaction de la sève riche en oxygène qui monte dans le ligneux, sur la sève qui descend dans le tissu cortical. La sève ascendante se comporte comme un acide à l'égard de l'autre.

Ces expériences et celles de Buff démontrent que les racines et toutes les parties internes des plantes qui sont

entachées d'erreurs et si nous en parlons c'est uniquement au point de vue historique.

remplies des sucs de la végétation sont négatives par rapport à la surface plus humide des feuilles, des fleurs, des fruits et des jeunes rameaux.

Si nous avons cité ces faits, c'est pour montrer que la substance organisée végétale est également la source de phénomènes électriques, et en même temps nous voyons dans les directions de ces courants une analogie remarquable avec celles des courants chez les animaux. Chez ceux-ci, en effet, les courants sont, comme pour les plantes, dirigés de la surface externe humide vers l'intérieur de l'élément anatomique. Becquerel a également constaté des phénomènes électro-capillaires dans les végétaux.

De la production d'électricité dans les actions physiologiques. — Nous venons de voir que les tissus vivants, ou au moins certains d'entre eux, donnaient naissance à des courants électriques. Nous avons exposé les faits et nous avons laissé pressentir que ces faits nous forçaient à admettre que l'électricité ainsi produite avait une origine véritablement physiologique ; mais, comme nous l'avons dit dès le commencement, nous croyons que ces courants électriques sont uniquement le résultat de la nutrition, c'est-à-dire qu'ils sont la conséquence des actions chimiques qui ont lieu au sein de l'organisme.

Plusieurs objections ont été faites aux expériences de M. du Bois-Reymond que nous avons citées. Une des plus importantes est celle qui attribue cette production d'électricité aux altérations chimiques qui ont lieu dans la substance musculaire ou nerveuse au contact de l'air. M. Hermann principalement a attribué à cette cause les courants électriques que l'on constate dans les muscles et dans les nerfs.

Il admet que le muscle à l'état normal contient constamment une provision d'une certaine substance azotée, très

complexe, dissoute dans le contenu du muscle (plasma musculaire). Cette substance, appelée *inogène,* peut se décomposer et former de nouveaux produits, qui sont entre autres : l'acide carbonique, l'acide sarcolactique et un corps albuminoïde, qui se sépare d'abord sous forme gélatineuse et qui plus tard devient solide et constitue la myosine. Cette décomposition de l'inogène, ou cette scission, selon l'expression de M. Hermann, a lieu spontanément mais très lentement à l'état de repos; elle se fait tout à coup sous l'influence d'excitants de la contractilité musculaire. L'état actif du muscle est dû précisément à cette scission rapide de l'inogène, et une fois que cette substance est épuisée, aucune activité musculaire n'est plus possible.

Cette substance n'a pas encore été isolée, parce que la moindre manipulation chimique la décompose. Au point de vue de sa composition, elle peut être placée à côté de l'hémoglobuline, car ce n'est qu'en se décomposant qu'elles donnent toutes deux une substance albuminoïde.

Dans les nerfs, il y aurait une substance analogue qui se décomposerait également très rapidement, mais sans donner lieu à la formation de myosine.

Étant données ces considérations chimiques, M. Hermann pose les deux principes suivants :

1° Si dans une fibre nerveuse ou musculaire, il y a des points où la décomposition de cette substance fondamentale se fait plus rapidement qu'en d'autre points, les premiers possèdent par rapport à ces derniers une électricité négative, et les courants seront d'autant plus forts que la différence de décomposition sera plus grande;

2° La décomposition qui a lieu dans les nerfs et dans les muscles est d'autant plus lente pendant l'état actif de ces tissus, qu'elle est plus rapide pendant leur état de repos.

La première proposition sert à expliquer pourquoi il se forme des courants électriques entre la surface horizontale d'un nerf ou d'un muscle, et la surface transversale artificielle, car la partie dénudée et exposée à l'air offre une vitesse de décomposition plus grande que la partie intacte; aussi la section transversale est-elle négative par rapport à la section longitudinale qui est positive.

On peut de même expliquer les courants plus faibles entre deux points non symétriques de la section longitudinale, car le point le plus rapproché de la section transversale subit le premier la décomposition de l'inogène.

Dans une section transversale oblique, M. du Bois-Reymond a trouvé que l'angle aigu était négatif par rapport à l'angle obtus, et cela s'expliquerait, pour M. Hermann, parce que du côté de l'angle aigu il y a une plus grande masse musculaire qui subit plus rapidement la décomposition de l'inogène.

Enfin, pour les muscles intacts, lorsqu'on obtient un courant électrique, cela serait dû à une décomposition plus grande, pour une cause quelconque, en un point de ce muscle, qui serait toujours électrisé négativement. La cause la plus ordinaire de cette décomposition est la dénudation; car les muscles selon M. Hermann, ne donneraient aucun courant lorsque la peau est intacte.

Ordinairement la partie la moins épaisse d'un muscle fusiforme est négative par rapport à la partie plus épaisse; car dans la partie la plus mince, toutes les fibres musculaires éprouvent plus rapidement l'influence nuisible de la dénudation. Ainsi, lorsque chez une grenouille, on enlève toute la peau d'une jambe, les muscles du mollet, qui sont moins gros que ceux de la cuisse, sont négatifs par rapport à ces derniers.

La seconde proposition explique pourquoi pendant la contraction d'un muscle ou pendant l'activité d'un nerf, le courant diminue et même indique une déviation négative.

D'un autre côté, les mêmes faits peuvent servir à expliquer l'état électro-tonique du nerf, car la vitesse de décomposition est plus rapide près du pôle négatif et dans son voisinage que près du pôle positif, et c'est pour cette raison que les courants préexistants reçoivent une augmentation d'intensité quand le courant polarisant est dirigé dans le même sens.

Rappelons-nous bien le point de départ de M. Hermann, à savoir que l'activité du muscle ou du nerf tient à la décomposition de l'inogène pour le muscle, et d'une substance analogue pour le nerf. Le mot décomposition est peut-être mal choisi, car il semble entraîner l'idée d'une altération, mais ici ce mot ne signifie qu'une décombinaison physiologique qui est la transformation chimique inhérente à la fonction. Donc, non seulement la fonction entraîne forcément cette décombinaison, mais cette décombinaison, lorsqu'elle se fait par une cause quelconque, entraîne la fonction.

Dans l'état électro-tonique, M. Pflüger a constaté que l'excitabilité était plus grande près du pôle négatif et qu'elle était considérablement affaiblie près du pôle positif; or, comme d'après M. Hermann, on admet que c'est au pôle négatif que la décomposition est la plus rapide, il y aurait une relation étroite entre l'excitabilité et cette scission. C'est pour la même raison, que l'excitabilité est plus grande près de la surface transversale d'un nerf ou d'un muscle. Il y aurait donc excitation du nerf chaque fois que la décomposition se fait plus rapidement que l'instant d'avant, et la transmission de l'influx nerveux des centres aux muscles

consisterait dans une accélération instantanée de cette décomposition le long du nerf.

Certes, cette théorie est ingénieuse, et elle offre à nos yeux un grand mérite, c'est qu'elle cherche à introduire en physiologie la recherche des modifications chimiques qui se font pendant l'état de repos et pendant l'état d'activité fonctionnelle; mais, comme le lui reproche M. du Bois-Reymond, elle est hypothétique et n'a été faite que pour expliquer les faits.

Sans nous étendre longuement sur les objections de M. du Bois-Reymond (*Extrait du rapport mensuel de l'Académie royale des sciences de Berlin*, 8 octobre 1867), nous en citerons les principales, dans lesquelles l'illustre physiologiste montre les contradictions de son adversaire. Il ne croit pas que l'on puisse expliquer, avec la théorie de M. Hermann, pourquoi les muscles plus gros donnent des courants électriques plus forts que des muscles plus minces, car la relation est la même, dans les deux cas, entre la décomposition de l'inogène en un point et son maintien en un autre point.

D'un autre côté, ce n'est pas seulement la section transversale artificielle du muscle qui est négative par rapport à la surface longitudinale, c'est également la section transversale naturelle représentée par le tendon, et dans ce cas il n'y a pas l'action directe de l'air. Et cependant, une membrane épaisse comme celle qui forme le tendon devrait être plus protectrice que celle que forme la membrane mince qui recouvre la surface longitudinale du muscle. De plus, M. du Bois-Reymond a fait des expériences à ce point de vue. Il fait plusieurs sections transversales à des espaces de temps différents et en se rapprochant de l'équateur. Si le contact de l'air et par suite la décomposition de l'inogène est la cause des phénomènes électriques, il devrait trouver

des différences dans les courants électriques qui se produisent, puisque la vitesse de décomposition n'est pas identique : or, l'expérience ne confirme nullement ces données. Pour les muscles de la jambe, M. Hermann admet que les muscles du mollet meurent avec ceux de la cuisse, mais rien ne le prouve et au contraire le muscle gastro-cnémien est celui de tous les muscles qui conserve le plus longtemps ses propriétés vitales.

M. Hermann pose encore en fait général, que, pour les muscles intacts, l'extrémité la plus mince se comporte négativement vis-à-vis de la plus grosse. Mais pour le muscle couturier, par exemple, l'extrémité inférieure est positive par rapport à l'extrémité supérieure, qui est plus large. Il en est de même du demi-membraneux, dont l'extrémité la moins volumineuse est positive.

C'est surtout dans les courants d'inclinaison, que M. du Bois-Reymond trouve ses meilleurs arguments. M. Hermann prétend que la décomposition se fait plus vite à l'angle aigu d'une coupe transversale oblique. Il a d'ailleurs prouvé, au moyen du papier de tournesol, que le muscle devenait acide plus rapidement à l'angle aigu, et ce fait a été vérifié par M. du Bois-Reymond; mais ce qui est contraire à la théorie de M. Hermann, c'est que si, par une disposition particulière, on peut rendre d'un instant à l'autre la coupe transversale droite ou oblique, les courants se modifient aussitôt; dans la théorie de M. Hermann, une partie étant plus altérée, les courants devraient persister quelle que soit la forme de la section. De plus, une coupe transversale droite est toujours plus négative qu'une coupe transversale oblique, et c'est le contraire qui devrait avoir lieu dans la théorie de M. Hermann, puisque la surface exposée à l'air est plus grande.

Enfin, il est erroné d'admettre que l'on ne peut obtenir

de courants électriques dans les membres non dénudés, car M. du Bois-Reymond les a constatés chez des grenouilles vivantes et intactes, en écartant les influences qui affaiblissent la couche parélectro-tonique, et dans ces cas les courants sont les mêmes qu'après la dénudation; celle-ci ne fait que les rendre plus intenses.

Mais M. du Bois-Reymond de son côté donne une théorie encore plus hypothétique, nous voulons parler de sa théorie des molécules péripolaires électriques, qui prétend non seulement expliquer les phénomèmes électriques, mais encore ceux de contraction musculaire et d'influx nerveux. M. du Bois-Reymond suppose que tous ces actes essentiellement vitaux, sont dus à des modifications dans l'état électrique du muscle et du nerf. Pour soutenir cette théorie il ne donne absolument aucune preuve directe.

Nous insisterions bien plus longuement sur ces idées qui ont eu beaucoup de succès, mais qui nous semblent complètement erronées, si M. du Bois-Reymond lui-même n'avait avoué qu'on ne pouvait plus admettre que la propagation de l'influx nerveux était due à des courants électriques : « Quant à la théorie de l'agent nerveux, maintenant que nous savons que cet agent se meut avec une vitesse dix fois moins grande que celle du son dans l'air, il est impossible d'essayer de le comparer au courant électrique tel qu'il circule sur un fil télégraphique, en supposant même qu'il fût démontré anatomiquement qu'il existe un circuit complet dans lequel ce courant puisse circuler. Ainsi, aux autres arguments contre cette théorie de l'agent nerveux, — que l'isolement physiologique des nerfs les uns des autres serait impossible à expliquer, — que l'effet de la ligature ou de la section du nerf et de la réunion de ses extrémités serait également obscure, — à

ces arguments, quelque irrésistibles qu'ils soient en eux-mêmes, les recherches esquissées dans cette conférence ont ajouté des preuves corroboratives de la plus haute importance. Ce que nous avons appelé l'agent nerveux, si nous considérons sa vitesse si petite, est très probablement quelque mouvement interne, peut-être même quelque changement chimique de la substance elle-même contenue dans les tubes nerveux, se propageant, en haut et en bas du point où l'équilibre a été rompu, et capable, en outre, d'un nombre presque infini de gradations et de variations, et d'un caractère si particulier que la structure nerveuse doit être dans un état parfait pour qu'elle puisse se transmettre. — Il n'est peut-être pas inutile de faire remarquer que, quoique la théorie électrique de l'agent nerveux, dans le sens que nous avons indiqué, ne puisse plus être soutenue, il serait toutefois imprudent, au point où en est aujourd'hui cette question, de prétendre que l'électricité n'est pour rien et même qu'elle ne joue pas un rôle très important dans le mécanisme intérieur des nerfs[1]. »

Cependant ce n'est qu'à regret que M. du Bois-Reymond abandonne la théorie qu'il avait proposée autrefois pour l'explication des phénomènes nerveux et musculaires, car il ajoute plus loin qu'il n'est pas impossible d'émettre sur l'agent nerveux une hypothèse électrique qui embrasse le nouveau caractère de cet agent, sa lenteur de transmission. Pour cela, il faut admettre les *molécules électro-motrices* au moyen desquelles M. du Bois-Reymond a essayé d'expliquer les effets électro-moteurs des nerfs, des muscles et des organes électriques; ces molécules seraient des petits centres d'action chimique, tous orientés de façon qu'ils tournent

1. Conférence de M. du Bois-Reymond à l'Institution royale de la Grande-Bretagne (*Revue des cours scientifiques*. Quatrième année, n° 3, 1867).

leurs côtés homologues du même côté, et qu'ils déterminent mutuellement leur position d'équilibre en agissant électriquement l'un sur l'autre. « Dans un tel système, bien que l'électricité soit le lien de l'ensemble et le moyen de transmettre les actions, la vitesse de cette transmission serait indépendante de celle de l'électricité, et pourrait, comparée à elle, être presque nulle; elle pourrait, en un mot, être ce que la vitesse de transmission de l'agent nerveux est réellement[1]. »

Dans tous les cas, cette manière de voir de M. du Bois-Reymond est purement hypothétique, et comme cette hypothèse n'a aucune utilité, nous ne voyons pas qu'il soit avantageux de la conserver.

Nous ajoutons encore que cette discussion a singulièrement contribué à rendre fastidieuse l'étude de l'électro-physiologie. Après ce que nous serons encore obligé de mentionner sur les lois de l'électro-tonus, etc., il est, je crois, peu de lecteurs qui ne soient de notre avis.

Avouons franchement que tout ce que nous pouvons dire sur l'agent nerveux, c'est qu'il est constitué par un mouvement moléculaire qui se propage dans les tubes nerveux, mais qu'il nous est impossible de préciser de quelle nature est ce mouvement.

Tout en admettant l'existence des courants électriques dans les nerfs, les changements que subissent ces courants chaque fois que l'agent nerveux est mis en action, et l'extrême sensibilité des nerfs pour l'électricité, nous croyons nécessaire de nous borner à l'étude de ces faits, d'autant plus que la loi générale dans laquelle on a voulu les faire rentrer n'est qu'une hypothèse.

1. *Loc. cit.*

CHAPITRE II

DES PHÉNOMÈNES ÉLECTRO-CAPILLAIRES

Nous venons de résumer l'historique et les principales théories qui se rattachent à l'origine des courants électriques dans l'organisme humain. Cette étude est entrée dans une voie toute nouvelle, grâce aux travaux de Becquerel et à sa découverte fondamentale des courants électro-capillaires. Sans insister sur tous les détails de cette question, nous allons en exposer les faits principaux et les conséquences importantes qui se rattachent à l'électro-physiologie[1].

Voici le principe posé par Becquerel : *Deux dissolutions de nature différente, conductrices de l'électricité, séparées par une membrane organique ou par un espace capillaire, constituent un circuit électro-chimique pouvant donner lieu à des effets chimiques.*

Expériences de M. Becquerel. — En séparant des dissolutions métalliques par un tube de verre dans lequel on a fait une légère fissure ou par du papier à dialyse, Becquerel est arrivé à réduire facilement le platine, l'or, l'argent, le cuivre, l'étain, le plomb, le cobalt, le nickel, etc.

1. Voy. *Mémoires de l'Académie des sciences* depuis 1867. Becquerel y a publié neuf mémoires sur les *Phénomènes électro-capillaires.*

Il résulte de là que des circuits électro-chimiques peuvent exister dans la nature organique sans l'intervention d'aucun métal. Il suffit, en effet, de la présence de deux liquides séparés par des espaces capillaires ou par des membranes pour constituer de véritables circuits.

Voilà comment est constitué le couple électro-capillaire : la paroi en contact avec le liquide qui se comporte comme acide est le pôle négatif, et la paroi opposée le pôle positif ; les parois des espaces capillaires se comportent comme des conducteurs solides de l'électricité, fait démontré par M. Edmond Becquerel.

Les courants électro-capillaires opèrent encore des effets mécaniques d'une grande importance, et l'on sait, en effet, qu'il y a un double courant allant du pôle positif au pôle négatif, et du pôle négatif au pôle positif; mais ce dernier est bien faible. Aussi, en décomposant avec la pile de l'eau renfermée dans un vase partagé en deux compartiments au moyen d'une membrane, le niveau s'élève dans la case négative. De plus, l'électricité positive a plus de force que l'électricité négative pour vaincre les obstacles.

Si maintenant nous considérons les divers éléments anatomiques, cellules, tubes, globules et leurs rapports avec les liquides de l'organisme, nous trouvons presque pour tous, le principe du couple électro-capillaire c'est-à-dire des liquides ou des substances semi-liquides, séparés les uns des autres par une membrane. Il existe donc dans le corps un nombre incalculable de couples électro-capillaires donnant lieu, dans le même tissu, à des courants qui agissent sans interruption pendant la vie et quelque temps après la mort.

Becquerel a d'abord recherché si l'oxydation qui s'opère au contact de l'air et des muscles, et autres tissus, quand ils

ne sont plus vivants, est indépendante ou non de leur organisation, et si elle a des rapports avec celle qui se produit dans les corps vivants par l'intermédiaire du sang artériel.

Cette première série d'expériences a démontré : 1° qu'un muscle intact mis en contact avec l'oxygène respire de même que lorsqu'il est en présence du sang, mais que les résultats ne sont pas identiquement les mêmes; 2° que, lorsque le muscle est désorganisé et réduit en pâte très fine, il consomme une quantité d'oxygène double de ce qui est consommé par un muscle intact du même poids.

Or, pour le muscle intact comme pour le muscle réduit en pâte, si l'on met une lame de platine à l'extérieur du muscle et l'autre à l'intérieur, on obtient une déviation de l'aiguille du galvanomètre qui indique que le courant va de l'intérieur à l'extérieur. Comme la partie extérieure est en contact avec l'air extérieur, et par conséquent plus oxydable, il est à présumer que c'est là une des causes qui déterminent le courant musculaire de l'intérieur à l'extérieur; il en est de même dans l'animal vivant, ou du moins quand les muscles sont mis en contact avec l'air par une préparation préalable.

D'autres expériences de Becquerel, sur l'absorption des gaz par les os et les tendons, lui ont également démontré que ces tissus respiraient comme les muscles. Cette expérience sur des muscles réduits en pâte démontre d'une manière évidente que les courants électriques des muscles ont une cause chimique, mais à ces preuves Becquerel en ajoute encore d'autres. Si, sur des muscles plongés dans l'azote ou l'hydrogène, on a d'abord un courant allant de l'intérieur du muscle à l'extérieur, au bout de quelque temps le courant diminue, devient nul, et enfin se manifeste en sens inverse. Ce renversement est dû à la différence

d'oxydation des parties du muscle, car la partie intérieure du muscle renferme encore de l'oxygène, et des parties oxydables, lorsque la surface est déjà complètement altérée; la partie intérieure devient alors acide par rapport à la partie externe.

Les os, comme les muscles et les nerfs, donnent lieu à un courant électrique. Celui-ci est remarquable par l'intensité et la durée de la force électro-motrice.

La force électro-motrice du courant osseux a été étudiée par Becquerel, à l'aide de la méthode dite *par opposition*, et en employant des couples spéciaux inventés par M. Edmond Becquerel. Cette force est environ moitié de celle du couple à sulfate de cuivre; elle est constante pendant quelque temps, et elle augmente ensuite peu à peu, à mesure que l'eau distillée dans laquelle plonge l'os se charge de matières organiques qui, en se décomposant, rendent l'eau acide. On peut ainsi construire une pile qui marche pendant plusieurs semaines.

Becquerel a également cherché la force électro-motrice entre le sang artériel et le sang veineux. Il a trouvé qu'elle est égale à 0,57, celle d'un couple à acide nitrique étant 100. La force électro-motrice de la sérosité des muscles est représentée par 0,3, celle du couple à acide nitrique étant 100. Il existe donc une série innombrable de courants électro-capillaires entre le sang et les liquides musculaires.

Quelles sont les actions électro-chimiques résultant du fonctionnement de ces innombrables couples électro-capillaires? Dans le sang artériel, l'oxygène est fixé dans l'hématosine par une affinité capillaire. La face des capillaires en contact avec le sang artériel est le pôle négatif, et celle opposée contiguë aux sérosités, le pôle positif d'un couple. « Les courants électriques, suivant leur intensité, pouvant

vaincre toutes les affinités, même l'affinité capillaire, il en résulte que l'oxygène, par l'effet du courant électro-capillaire agissant comme force chimique, est déposé sur la paroi positive en dehors des capillaires et les globules qui sont électro-positifs sur la paroi négative de l'intérieur; l'oxygène peut réagir alors sur les matières combustibles des liquides ambiants, avec production de gaz acide carbonique qui rentre dans les capillaires par l'action du courant agissant comme force mécanique à l'égard des composés électro-positifs dissous. »

Existence des courants électro-capillaires dans les tissus vivants. — Ces recherches de Becquerel donnent des phénomènes qui se passent dans les tissus, la seule explication satisfaisante. On comprend, en effet, difficilement que les seules lois d'endosmose et de diffusion puissent rendre compte de la rapidité des échanges liquides et gazeux qui se font entre les capillaires et les tissus contigus. Comment d'ailleurs se fait-il que dans un cas (grande circulation), l'oxygène qui a tant d'affinité pour les globules du sang, quitte les globules et que le sang revienne dans les veines chargé d'acide carbonique? Dans un autre cas (circulation pulmonaire), le sang arrivant aux poumons se débarrasse rapidement de son acide carbonique et prend de l'oxygène. Becquerel n'a cherché qu'à expliquer les phénomènes électro-capillaires qui se passent dans les capillaires des tissus, mais sa théorie est tout aussi exacte pour les capillaires des poumons. Seulement, dans ce dernier cas, le phénomène est inverse, c'est l'acide carbonique qui est expulsé, et c'est l'oxygène qui rentre dans le sang des vaisseaux afférents; mais aussi, l'électricité des parois a également changé de parois. L'oxygène, en effet, au lieu d'être du côté de la surface interne, comme pour les capillaires des tissus, est pour les capillaires

du poumon du côté de la surface externe; les phénomènes d'échange et de transport matériel doivent donc être, comme cela a lieu, inverses dans les deux cas.

Il faut bien remarquer que tous les phénomènes d'échange de gaz et de liquides se font dans l'organisme avec une rapidité telle qu'il est impossible de les expliquer par le seul fait de l'endosmose, qui d'ailleurs est accompagnée de phénomènes électriques et qui est augmentée dans de notables proportions par les courants. Sans l'intervention des phénomènes électro-capillaires, il est réellement impossible d'expliquer l'introduction de l'acide carbonique dans les capillaires. Pour les vaisseaux des poumons, on peut prétendre que l'oxygène a beaucoup d'affinité pour les globules et que l'acide carbonique n'en a pas; mais pour les capillaires des tissus, comment se fait-il que l'acide carbonique, qui a si peu d'affinité pour les globules, vienne s'y déposer et pénètre même dans des vaisseaux où la tension est plus élevée que dans les tissus d'où il provient?

D'un autre côté, plusieurs expériences prouvent que l'oxygène qui se trouve dans le sang qui revient des poumons s'y trouve à l'état d'ozone. Et comment y serait-il sous cette forme, s'il n'avait éprouvé l'influence de courants électriques?

Une autre conséquence des courants électro-capillaires résulte de ce que les parois des tissus qui servent d'électrodes aux couples électro-capillaires, sont elles-mêmes soumises aux actions électro-chimiques; elles éprouvent donc des effets de décomposition et de recomposition, et les principes élémentaires des organes sont aussi sans cesse renouvelés.

En résumé, les tendons, les artères, les veines, les nerfs, les os et tous les tissus donnent des courants dans le même sens et dans les mêmes conditions, et ces courants, comme

le prouvent tous les faits que nous venons d'exposer, ont une origine chimique et *ne proviennent nullement d'une organisation électrique des muscles et des nerfs.*

Les courants électro-capillaires sont les seuls dont l'existence soit bien constatée jusqu'ici. Ils sont produits dans les corps vivants partout où il y a deux liquides différents séparés par une membrane cellulaire. C'est à des actions de ce genre qu'est due l'électricité développée dans les appareils spéciaux de certains poissons.

Enfin, dans les effets chimiques des courants électriques, on observe un phénomène remarquable qu'on appelle *cémentation,* et qui consiste en une action moléculaire en vertu de laquelle des éléments de différente nature sont introduits dans l'intérieur des corps, tandis que d'autres sont expulsés, et cela sans que le corps perde sa forme. Becquerel a réussi à obtenir plusieurs transformations de ce genre, à l'aide de courants voltaïques très faibles, mais longtemps prolongés. Ce qu'il y a de particulier dans cet ordre de phénomènes, c'est que l'effet ne se produit pas seulement à la surface, mais qu'il y a pénétration inter-moléculaire et substitution d'un métal à l'autre sans altération de forme extérieure.

N'est-ce pas là ce qui a lieu en grande partie pour les corps organiques? Les éléments anatomiques, fibres musculaires, cellules nerveuses, etc., éprouvent constamment des changements moléculaires dans toutes leurs parties; mais la forme extérieure reste toujours la même. Certes, et nous l'avons déjà dit souvent, l'électricité n'est point la cause première de ces transformations moléculaires; mais d'un autre côté, elle est plus qu'un simple phénomène accessoire, car si les combinaisons chimiques des tissus vivants ne sont pas l'effet des courants électriques il est incontestable qu'ils

donnent naissance à des courants électriques et que ceux-ci à leur tour influent sur ces combinaisons chimiques. Que de faits tirés des phénomènes journaliers montrent que, même pour les corps inorganiques, il y a toujours une relation intime entre la production d'un courant et l'action chimique! Le fer et la fonte s'altèrent d'autant plus vite qu'il y a déjà quelques points oxydés sur leur surface. Il en est de même pour le plomb, dès qu'il est en contact avec un métal inoxydable. Pour les corps organiques, ces relations sont encore plus grandes, et même il devient difficile de définir très exactement ce qui est cause et ce qui est effet. La chaleur animale, par exemple, est bien le résultat des oxydations qui ont lieu dans les tissus vivants, mais on peut dire tout aussi exactement qu'elle est cause des changements moléculaires qui se font pendant la vie. N'est-ce pas elle qui met en activité les combinaisons qui accompagnent l'éclosion de l'œuf? n'est-ce pas elle encore qui, en maintenant un certain milieu, permet aux organes de fonctionner et y favorise les modifications moléculaires?

Il en est de même des phénomènes électriques. Le raisonnement et l'expérience ont démontré que les combinaisons chimiques qui se font dans tous les tissus vivants engendrent des courants électriques, et *cela non seulement dans les muscles et les nerfs*, *mais dans tous les éléments du corps*, partout en un mot où il y a échange de matière.

C'est pour cette raison que les courants agissent si énergiquement sur la nutrition même des parties profondes, et il suffit de réfléchir que l'organisme est composé d'une série d'éléments qui, sous une forme ou sous une autre, représentent toujours des substances différentes dans leur composition chimique, et séparées l'une de l'autre par

des membranes, pour être convaincu que les phénomènes électro-capillaires entrent pour une large part dans le fonctionnement organique.

Le mot capillaire peut amener une confusion, que l'on trouve assez souvent chez Becquerel, car ce qu'on entend par capillaires, en anatomie, n'a aucune ressemblance avec les trous ou les ouvertures capillaires des physiciens, mais à part cette légère erreur, que de phénomènes qui trouvent leur explication dans ces lois !

Les membranes endosmotiques agissent comme les ouvertures capillaires, et nous avons fait une série d'expériences qui prouvent que les substances albuminoïdes amènent les mêmes résultats[1]. Or il n'y a pas de vie sans action chimique et sans organisation des matières albuminoïdes, et d'un autre côté il n'y a pas d'action chimique, ni de structure de matière organisée qui ne produise des courants électriques.

1. « Lorsque deux liquides hétérogènes sont séparés par une membrane organique ou par un espace capillaire, ils donnent naissance, comme l'a démontré M. Becquerel, à un courant électrique qui est capable de produire des effets chimiques et mécaniques. On obtient ainsi des réductions de métaux et des doubles décompositions qui n'ont pas lieu dans les conditions ordinaires. J'ai observé que, dans beaucoup de cas, l'interposition d'une couche de substance albuminoïde (blanc d'œuf, albumine du sang) entre les deux liquides pouvait déterminer les mêmes phénomènes électro-chimiques.

» J'ai employé, pour ces expériences, le procédé suivant. Dans un tube en U, je verse d'abord de l'albumine, de manière à remplir le fond ; puis de chaque côté je verse lentement, et de manière à empêcher le mélange brusque avec l'albumine, les liquides qui doivent réagir l'un sur l'autre. Au bout de quelque temps, les solutions se rencontrent dans la couche d'albumine, et donnent lieu alors aux doubles décompositions indiquées par M. Becquerel. C'est ainsi qu'en mettant d'un côté une solution de sulfate de cuivre, et de l'autre une solution d'oxalate de potasse, il se forme de très beaux cristaux bleus d'oxalate double de cuivre et de potasse.

» De même, en mettant d'un côté du sulfate de soude, et dans l'autre du nitrate de chaux, on obtient des cristaux de sulfate de soude et de chaux. Ces cristaux, dans ce cas, forment toujours une masse plus ou moins grenue, et ne prennent pas la forme de stalactites, qu'ils affectionnent quand on se sert de membranes.

» Pour montrer l'importance de ces phénomènes nous prendrons par exemple la formation du phosphate de chaux dans les os. En séparant, par une couche d'albumine, du phosphate de soude et du nitrate de chaux ou du chlorure de calcium, on obtient du phosphate de chaux du côté où l'on avait mis le phosphate de soude. On peut conclure de ces faits l'indication pratique qu'il est peut-être

Les courants électro-capillaires ont deux actions principales : l'une CHIMIQUE, l'autre de nature MÉCANIQUE.

Action chimique des courants électro-capillaires. — L'action chimique, qui constitue la nutrition, est d'autant plus prononcée, que les courants électriques sont plus énergiques, c'est-à-dire que la recomposition des deux fluides se fait avec plus de facilité. Tout obstacle à la conductibilité électrique devient un obstacle à l'action chimique et à la nutrition, et par conséquent les modifications d'assimilation et de désassimilation dans les tissus seront d'autant plus actives que la recomposition des fluides trouvera des milieux meilleurs conducteurs, c'est-à-dire des substances liquides et homogènes. Aussi toute membrane organique devenant ou moins endosmotique, ou plus épaisse, ou légèrement imbibée de graisse sera, par cela même, un obstacle aux phénomènes de nutrition.

D'un autre côté, l'intensité des actions électro-capil-

plus utile d'administrer ces sels séparément que de faire prendre directement les phosphates de chaux, puisque la production de ce sel se fait facilement dans l'organisme.

» De plus, tandis que ni le chlorure de calcium ni le phosphate de soude ne déterminent la coagulation de l'albumine, il se forme une coagulation très manifeste, ou comme une série de membranes dans la région où se passent les doubles décompositions. On peut même dire, en général, qu'il y a toujours une coagulation plus ou moins étendue chaque fois qu'il y a production de courants électro-moléculaires, alors même que les liquides employés ne produisent pas directement de coagulation. Cette coagulation est due probablement à ces courants mêmes, car elle ne se fait que d'un côté, du côté qu'on peut considérer comme pôle positif.

» En même temps, et surtout lorsque la coagulation empêche les liquides de communiquer librement, nous avons observé parfois des différences de niveau dans le sens du courant.

» Nous citerons encore le fait suivant, qui nous paraît assez important au point de vue de l'assimilation de ces phénomènes avec ceux qui se passent dans l'organisme. M. Cl. Bernard a démontré que tous les sels de fer, en traversant l'organisme subissent une transformation chimique qui consiste en une désoxydation ou passage à l'état de protosel. Nous obtenons cette même transformation lorsque le perchlorure de fer arrive en contact avec de l'albumine. En versant, du côté opposé, du prussiate rouge de potasse, on observe, au bout de deux ou trois jours, uniquement sur la limite des contacts, un fort liséré bleu, qui va en augmentant et qui indique la transformation du perchlorure en protochlorure de fer » (2 mars 1874, *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences.* Note présentée par le Dr Onimus).

laires et, par suite, celle des phénomènes nutritifs sont également modifiées par le changement de composition des liquides; on comprend ainsi l'importance capitale que l'eau seule peut amener dans les tissus.

C'est d'après ces principes que nous avons fait des recherches sur des malades et nous avons observé que les courants électriques naturels sont plus intenses sur des membres sains, que sur des membres contracturés ou paralysés depuis longtemps. Une série d'expériences nous a prouvé que, toutes choses égales d'ailleurs, on pouvait par cette méthode déterminer la plus ou moins grande activité d'un tissu ou d'un élément organique quelconque.

On pourrait étudier chacune de ces réactions électro-capillaires, dans les phénomènes de digestion et d'absorption, dans les échanges des gaz qui ont lieu dans les vaisseaux sanguins, dans l'introduction de l'oxygène et dans l'expulsion de l'acide carbonique.

Des faits plus concluants encore de cette action des courants électro-capillaires dans l'organisme nous sont fournis par les autopsies. On sait que chez des malades qui ont pris des sels d'argent, ou bien qui ont été empoisonnés lentement par des sels de plomb, on retrouve les sels réduits, et l'argent ou le plomb à l'état métallique. Il s'est produit absolument les mêmes phénomènes que dans les petites piles à membranes endosmotiques ou dans nos piles à albumine.

Enfin la plupart et je dirais presque tous les caustiques n'agissent que par la réduction des sels. M. le professeur Gosselin a présenté en notre nom, à l'Académie des sciences, une note dans laquelle nous démontrions que les sels minéraux, employés en médecine comme caustiques, s'accompagnent de la production de courants électriques

dans l'intimité des tissus sur lesquels ils agissent. Parmi les principaux caustiques, le perchlorure de fer donne le courant le plus énergique et le plus instantané; le nitrate d'argent agit rapidement, mais les courants qu'il produit ne durent qu'un temps fort court. Le sulfate de cuivre, le chlorure d'antimoine, donnent des courants plus faibles au début, mais qui augmentent peu à peu et persistent assez longtemps. On pourrait presque dire que l'*intensité des courants électro-capillaires est proportionnelle à l'énergie du caustique* et correspond au moment où son action est la plus considérable.

On avait observé empiriquement que pour augmenter l'action cautérisante du nitrate d'argent, il fallait toucher la plaie aussitôt après l'application des caustiques, avec un morceau de zinc. Nous connaissons un praticien qui, depuis bien des années, a réuni dans la même boîte son crayon de nitrate d'argent et un petit bâton de zinc. Ce moyen est des plus rationnels et s'explique parfaitement par la production des courants électro-capillaires; le zinc hâte la réduction du nitrate d'argent et par conséquent active l'action caustique. Ce fait empirique est la meilleure preuve de ce que nous voulions démontrer.

L'action de certains bains minéraux ne s'explique bien que par ces actions, et, fait curieux, Becquerel a remarqué dans ses expériences que les monosulfures déterminent des courants plus énergiques que les polysulfures, et cela concorde parfaitement avec des faits de pratique, car quelques médecins nous ont assuré avoir obtenu plus d'effets par l'emploi des bains aux monosulfures que par les sels de polysulfures employés d'ordinaire. C'est d'ailleurs sans aucune idée préconçue que ces médecins avaient prescrit cette composition des bains. Ce qui concorde d'un

autre côté avec l'opinion souvent émise, que dans les eaux minérales, les courants électriques jouent un grand rôle[1].

Action mécanique des courants électro-capillaires. — L'action mécanique des courants électro-capillaires a une influence considérable, car il y a un transport très énergique des corps, du pôle positif au pôle négatif, et un transport plus faible en sens inverse. Cette action est même tellement énergique qu'elle agit plus puissamment que les phénomènes

1. MM. Ph. de Clermont et J. Frommel, ont publié récemment la note suivante dans le *Bulletin de la Société chimique* de Paris.

On est porté à croire que l'action de certains bains minéraux ne s'explique bien qu'en tenant compte des courants électriques qui y prennent naissance, et que leur efficacité est dans une certaine limite proportionnelle à l'intensité de ces courants. A.-C. Becquerel (*Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, t. LXXIV, p. 146) a constaté dans ses expériences que les monosulfures déterminent des courants plus énergiques que les polysulfures : la force électro-motrice d'une solution aqueuse de persulfure de potassium à 15° B. étant représentée par 163, celle du monosulfure de sodium à 15° B., le sera par 248. Ces observations concordent avec des faits de pratique, ainsi que le signale M. Onimus (*Revue scientifique*, numéro du 2 mars 1878, p. 829). En effet, selon lui, quelques médecins ont obtenu plus d'effets par l'emploi des bains sulfureux, en remplaçant par des monosulfures les polysulfures employés d'ordinaire.

Ces remarques nous ont amenés à penser que peut-être l'hydrogène sulfuré mis en liberté à la température du bain, avait une certaine influence thérapeutique, que l'action était proportionnelle à la quantité de ce gaz et que de plus celle-ci croissait avec la force électro-motrice développée. Pour élucider la question on a fait les expériences suivantes : on s'est placé autant que possible dans les conditions que présente un bain sulfureux ordinaire sous le rapport de la densité du liquide et de la température, on a pris 50^{cc} d'une dissolution de monosulfure de sodium à 40° B. et on les a étendus à 500^{cc}; on a chauffé dans un ballon à 34° et, arrivé à cette température, on a versé au moyen d'un entonnoir à robinet un excès de chlorure de manganèse parfaitement neutre. A ce moment on a refroidi énergiquement afin d'empêcher le sulfure de manganèse formé de dégager lui-même un peu d'hydrogène sulfuré. Tout le soufre du sulfure de sodium existant a ainsi été précipité à l'état de sulfure qui avait été mis en liberté, grâce à l'élévation de la température à 34°. Puis on a fait passer pendant plusieurs heures un courant de gaz hydrogène pour entraîner l'hydrogène sulfuré libre qui a été recueilli dans une dissolution titrée d'iode. On a ainsi obtenu 0^{gr},0118 d'hydrogène sulfuré. L'expérience, effectuée avec le polysulfure de potassium dans les mêmes conditions, a conduit à 0^{gr},0206 d'hydrogène sulfuré. Deux observations successives ont donné des résultats sensiblement identiques. Ces chiffres qui n'ont rien d'absolu font voir néanmoins que les quantités d'hydrogène sulfuré dégagées par le persulfure et le monosulfure sont entre elles comme 2 est à 1. Le polysulfure étant moins efficace au point de vue médical que le monosulfure, et sa force électro-motrice étant moindre aussi que celle du monosulfure, nos expériences nous permettent de conclure que la quantité d'hydrogène sulfuré que renferme une eau sulfurée n'est pas, au moins dans le cas donné, proportionnelle à l'action thérapeutique et à l'intensité du courant électrique.

d'endosmose, et qu'elle peut, si on la dirige en sens inverse, annihiler les forces endosmotiques. Les expériences que nous avons relatées précédemment sont des plus probantes.

Il y a plus : presque tous les phénomènes d'endosmose peuvent s'expliquer par ce double transport de matières. Il est très intéressant d'étudier à ce point de vue les actions de pénétration des corps, et même en appliquant aux lois de

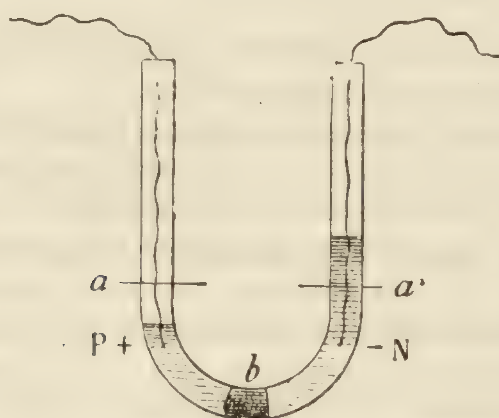


Fig. 104.

Graham les principes des courants électro-capillaires, on est étonné de leur simplification. Il faut évidemment tenir compte d'une foule de conditions, et surtout de la résistance des milieux, et de l'équilibre que peuvent conserver les molécules. Ainsi, en mettant dans un tube en U de l'eau ordinaire, malgré le passage du courant, le niveau reste le même dans les deux tubes car l'équilibre se rétablit à mesure qu'il est changé; il est impossible par conséquent de savoir s'il y a eu réellement transport du pôle positif au pôle négatif. Mais si, comme nous en avons souvent fait l'expérience, l'on vient à épaissir ce liquide ou à interposer dans la partie recourbée un corps un peu consistant tel que de l'albumine ou du sable fin, il y a, après fort peu de temps, une différence de niveau très marquée en faveur du tube où plonge le pôle négatif (fig. 104). — Avec un seul

couple à sulfate de cuivre, au bout de quelques heures, le tube où se trouve le pôle positif est presque vide, et l'eau s'échappe au contraire de celui où plonge le pôle négatif.

Un double courant d'endosmose et d'exosmose existe dans tous les tissus vivants ; de plus, dans tous ces tissus, on constate des courants électriques ; il est donc logique d'admettre que ces courants régissent également dans les substances organiques, les phénomènes d'endosmose et d'exosmose qui deviennent ici des actes d'assimilation et de désassimilation.

De l'influence des courants extérieurs sur les courants naturels.

D'après ce que nous venons de dire il existe donc dans le corps un nombre incalculable de couples électro-capillaires donnant lieu pendant la vie à des courants électriques, et l'on peut dire que nous sommes formés par un assemblage infini de petits appareils électriques. Les courants se combinent dès leur formation et restent limités, au lieu de se condenser comme dans les appareils spéciaux de certains poissons.

Il est important d'étudier quelle peut être l'influence d'un courant électrique extérieur sur les phénomènes électriques autonomes de chacun de ces petits couples. L'expérience la plus intéressante sous ce rapport serait de rechercher l'action d'un courant continu passant pendant quelque temps à travers l'appareil électrique des poissons ; on verrait peut-être ainsi les courants électriques propres augmenter ou diminuer selon la direction du courant artificiel, et l'on pourrait en même temps étudier les rapports de la production de ces courants avec la nutrition de ces tissus.

Pour nous placer dans des conditions à peu près analogues, conditions qui peuvent être rapprochées de l'activité fonctionnelle de tout élément vivant, nous avons cherché

quelle était l'influence d'un courant extérieur sur l'action chimique de chaque élément dans une série d'éléments formant un circuit fermé. Pour cela, nous avons réuni en deux groupes quatre éléments en tension. Un de ces groupes nous servait de point de comparaison et nous permettait de juger de la quantité de zinc qui était oxydée dans le même espace de temps, dans les conditions normales.

Dans le deuxième groupe (fig. 105), nous faisions passer d'un élément à l'autre, pendant huit à dix heures, un courant

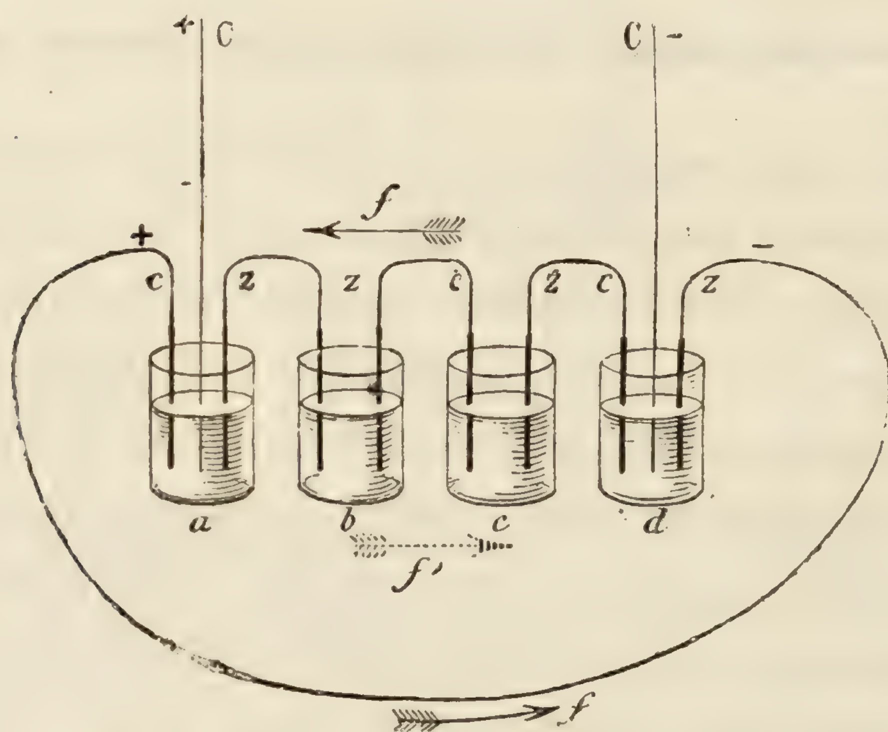


Fig. 105.

de trente éléments. Voici quelques-uns des résultats que nous avons obtenus.

Lorsque le courant extérieur C + C — passe par les quatre éléments, et en sens inverse *f'* du courant propre de ces éléments qui est dirigé selon la flèche *f* et *f*, l'action chimique dans chaque élément est plus faible que dans la pile qui sert de comparaison et qui reste dans les conditions normales. Dans le même temps, les zincs de cette pile perdaient 10 grammes de leur poids, tandis que les zincs de la pile où l'on faisait agir en sens inverse un courant de

trente éléments ne perdaient que 7 grammes de leur poids.

Si, au contraire, le courant était dirigé dans le sens du courant propre de la pile, les mêmes zincs perdaient 17 grammes de leur poids, et ceux de la pile servant de comparaison ne perdaient dans le même temps que 9 grammes.

Enfin, en ne faisant passer le courant extérieur que par deux éléments, il y avait également une différence de poids entre les deux piles; l'usure du zinc était plus prononcée pour la pile où un autre courant était interposé dans une partie du circuit.

On peut objecter à cette expérience que l'introduction d'un courant extérieur assez intense détermine lui-même des décompositions chimiques, et que cette action peut influer sur l'oxydation du zinc; qu'il n'y a donc qu'une simple action chimique surajoutée, et que rien ne prouve dans ce cas que ce courant ait une action sur les phénomènes chimiques propres à la pile.

A cela nous répondons : 1° que l'action décomposante du courant surajouté est la même, quelle que soit la direction que l'on donne à ce courant; que, par conséquent la différence très remarquable que nous constatons dans l'oxydation des zincs, selon la direction du courant, ne devrait pas exister; 2° que les effets sont bien moindres lorsqu'au lieu d'employer un courant à grande tension et à action chimique faible, on emploie un courant à tension faible et à action chimique forte, et cependant ce serait le contraire qui aurait lieu en admettant l'objection qui est faite.

Pourquoi donc un courant extérieur surajouté peut-il diminuer ou augmenter l'action chimique de chaque élément? L'explication de cette influence s'explique par la loi suivante : l'action chimique dans chaque élément est d'autant plus considérable que la résistance extérieure est plus

faible. Chaque fois qu'on diminuera la résistance extérieure, l'action chimique dans chaque élément sera plus grande; elle sera au contraire plus faible à mesure que la résistance extérieure augmentera.

Voici deux éléments identiques; dans chacun d'eux, on a mis la même quantité de sulfate de cuivre. Dans l'un, au bout de plusieurs heures il s'y trouve encore au complet, et le zinc n'est presque pas attaqué; dans l'autre, le sulfate de cuivre a disparu et le zinc est fortement oxydé. Cette différence tient uniquement à ce que, pour le premier élément, les rhéophores sont restés éloignés l'un de l'autre, tandis que, dans le second élément, nous les avons réunis par un fil métallique. C'est donc ce seul contact qui a déterminé dans la pile une action chimique très manifeste, tandis qu'à côté la résistance entre les deux rhéophores étant insurmontable, il n'y a presque pas eu d'action chimique. Si, au lieu de laisser les rhéophores séparés, nous les avions réunis par un corps mauvais conducteur, mais se laissant cependant traverser par le courant, nous aurions eu dans cette pile une action chimique plus grande qu'en laissant les deux rhéophores complètement séparés, mais bien moindre que dans l'élément n'offrant aucune résistance.

Donc c'est bien la plus ou moins grande résistance extérieure qui règle l'action chimique autonome à chaque élément. Pour le prouver par une expérience directe, nous avons fait passer deux courants fournis chacun par quatre éléments à travers une couche d'eau de trois centimètres.

Les conditions étaient donc les mêmes pour ces deux piles; seulement, pour l'une, nous faisions en même temps traverser la couche d'eau par un courant fourni par vingt éléments.

Voici comment est disposée l'expérience : dans deux mêmes tubes remplis d'eau, nous faisons arriver les deux ex-

trémités des rhéophores des deux piles. Pour l'une, ces rhéophores sont représentés par PM et PN (fig. 106). La distance entre leurs extrémités est MN, et cette distance reste la même pendant tout le temps de l'expérience. Pour la seconde pile qui sert de comparaison, les choses sont disposées de la même manière, et l'espace qui sépare les deux rhéophores est le même. Ces deux piles fonctionnent donc de la même façon et se trouvent dans les mêmes conditions de résistance extérieure. Mais pour l'une, dans l'espace MN rempli d'eau,

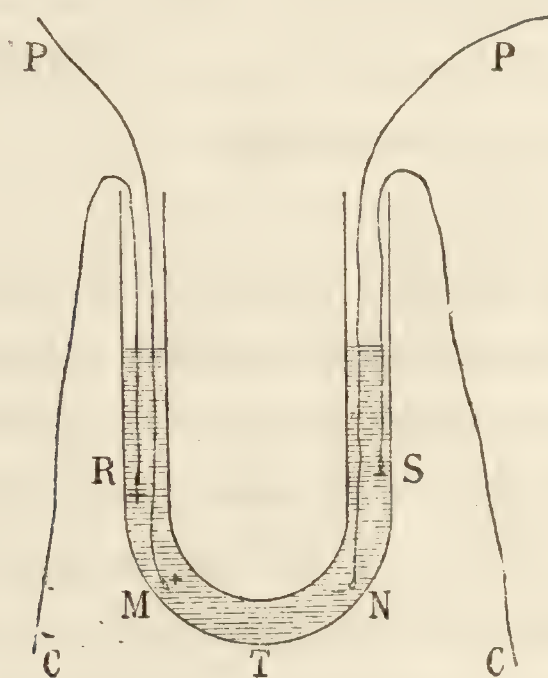


Fig. 106.

nous faisons de plus passer le courant de vingt autres éléments, dont les rhéophores plongent dans l'eau et sont placés en R et en S au-dessus des extrémités M et N.

Le courant CRSC ne s'ajoute donc pas au courant PMNP, mais il traverse le même corps, détermine comme lui, et plus énergiquement que lui, l'orientation des molécules et imprime par son passage un état dynamique particulier. Par cela seul, ce courant arrive à diminuer la résistance que l'eau placée en MN présente au courant PM et PN, car sous l'influence de ce courant extérieur CR et CS, l'action chi-

mique augmente dans l'intérieur des éléments de la pile P. Au bout de huit heures de cette expérience, les quatre zincs de la pile P ont perdu cinq grammes de plus que ceux de la même pile servant de comparaison, et où aucun courant extérieur ne venait changer les conditions.

Nous voyons donc par ces expériences qu'un courant extérieur, remarquable surtout par une grande tension, influe sur l'action chimique propre de chaque élément, et il agit ainsi, non parce que son action chimique vient s'ajouter à celle de l'élément mais parce qu'il diminue ou augmente les résistances. Il agit ainsi par sa tension et, plus la tension est grande, plus le travail chimique autonome de chaque élément sera augmenté.

Revenons maintenant à notre étude sur les corps organisés. Chaque élément de notre pile représente une cellule de l'appareil électrique spécial des poissons, ou bien un tube nerveux, une fibre musculaire, etc. Dans chacun de ces éléments vivants, il y a en effet un courant électrique autonome et des actions chimiques propres. — D'un autre côté, la nutrition n'est autre chose qu'un phénomène chimique, une série d'oxydations ; *les substances albuminoïdes brûlent dans les tissus*, *comme le métal dans la pile,* et par conséquent lorsque nous faisons traverser un courant électrique par l'organisme, nous avons la même action sur les petites mais innombrables piles organiques, que celle que nous venons de constater sur chacune de ces piles inorganiques, c'est-à-dire que *nous augmentons l'action chimique autonome de chaque tissu. Nous agissons ainsi sur la nutrition et c'est principalement à cette action des courants continus qu'il faut attribuer leur influence trophique.*

Mais il est un point important dont il faut tenir compte à

côté de la direction des courants, ce sont les résistances soit naturelles, soit artificielles que les courants autonomes rencontrent dans l'organisme. Ces résistances peuvent dépendre d'une foule de causes, mais il est certain que les courants électriques qui se forment directement dans les tissus ne se produisent pas d'une façon désordonnée, ils doivent être maintenus dans des relations réciproques, et le régulateur de l'action chimique des éléments organiques doit justement être cette résistance. Ces courants, si petits qu'ils soient, ont toujours une résistance à vaincre; il y a des équilibres moléculaires à rompre, des directions à maintenir ou à créer. Plus ces résistances sont nombreuses ou considérables, moins les phénomènes chimiques, et par conséquent la nutrition, sont prononcés. Ils peuvent au contraire devenir exagérés, ou changer même dans leur résultat et leurs combinaisons, lorsque les résistances normales sont diminuées ou modifiées pour une cause ou pour une autre.

Quoi qu'il en soit, toutes les actions chimiques des organismes sont dépendantes de cette loi principale : *les échanges et les oxydations ont lieu d'autant plus énergiquement que les résistances électro-capillaires sont moindres.*

Les expériences que nous avons citées plus haut indiquent nettement l'influence que les courants électriques artificiels peuvent exercer sur les courants électriques autonomes des tissus, ils montrent leur action sur les oxydations et mieux que toutes les théories de l'électro-tonus, elles tiennent compte des conditions de nutrition des éléments vivants et des conditions de tension électrique. Certes il y a dans cette étude encore bien des points obscurs et difficiles, mais ces principes généraux ont ce grand avantage de n'être fondés que sur des faits incontestables et faciles à contrôler.

Les hypothèses des théories de du Bois Reymond et de son

école sont ainsi remplacées par des théories concordant avec les théories physiques et les progrès de l'électro-chimie.

En résumé, les courants électro-capillaires exercent dans l'organisme vivant, une action aussi considérable que les phénomènes de chaleur animale, ils participent à toutes les modifications chimiques, et sont partie intégrante de l'élément vivant.

Cette assimilation, sous certains rapports, de la chaleur et des courants électriques, nous montre comment on peut considérer d'une manière générale les effets de l'électricité sur les corps vivants. L'un et l'autre de ces agents sont le résultat de la nutrition des tissus ; et tous deux, agissant du dehors, soit par le milieu ambiant pour la chaleur, soit par une introduction directe pour l'électricité, augmentent l'énergie vitale et excitent tous les organes. D'un autre côté, leur action inopportune, trop longtemps prolongée ou trop grande, épuise et tue.

La plupart des médicaments n'ont d'ailleurs d'autre but que de limiter la nutrition, ou de l'exagérer ; de régulariser les agents actifs de l'oxydation, ou d'introduire dans l'organisme des substances oxydantes. De même, les courants électriques doivent être appliqués selon les cas, pour augmenter ou modérer les actes vitaux. Leur effet est plus rapide et plus énergique que celui produit par n'importe quel autre agent, par cela seul que, sur tous les corps, ils ont une action plus puissante. Un courant très faible parvient à faire ou à défaire des combinaisons sur lesquelles la température la plus élevée n'a aucune influence, et lorsqu'on songe à la quantité incommensurable de couples électro-capillaires qui existent dans l'organisme, on peut dire sans exagération que, de tous les agents, l'électricité est celui qui agit le plus constamment et le plus énergiquement sur les phénomènes de nutrition.

CHAPITRE III

INFLUENCE DES COURANTS ÉLECTRIQUES SUR LA CIRCULATION

RECHERCHES PHYSIOLOGIQUES.

L'étude des phénomènes de la circulation et des modifications qui déterminent les différents agents, nous paraît être la base fondamentale des recherches électro-thérapeutiques. La plus ou moins grande quantité de sang dans un tissu, ses variations de tension et de mouvement, sont la cause première et souvent la seule cause des troubles pathologiques, et les médicaments les plus utiles et les plus efficaces sont ceux qui agissent sur les phénomènes circulatoires. Mais si cette étude est utile au point de vue thérapeutique, elle ne peut être faite d'une manière exacte qu'en s'appuyant sur les faits physiologiques, et dans ces cas, plus que dans tout autre, la méthode expérimentale seule peut nous guider et nous éclairer. C'est pour cela que nous croyons devoir nous étendre sur ce sujet, au risque même de nous laisser entraîner hors de la question spéciale de l'influence des courants électriques sur la circulation.

Nous aurions peut-être dû étudier d'abord l'action de l'électricité sur les fibres lisses, mais nous croyons qu'il eût été difficile de comprendre l'influence des courants

électriques sur le système nerveux et sur le système musculaire, sans avoir déjà une connaissance exacte de cette influence sur la circulation. D'ailleurs, dans ce chapitre, nous examinerons surtout les questions de détail et les faits physiologiques, nous réservant d'indiquer les principes généraux en étudiant l'action de toutes les fibres lisses.

On peut distinguer pour les fibres-cellules que renferment les vaisseaux, comme pour toutes les fibres musculaires : la contraction, la contracture et la paralysie. Dans les fibres striées, la contraction offre toujours le même type, elle se fait en masse et spasmodiquement. Dans les fibres lisses, au contraire, la contraction présente deux états, celui de contraction d'ensemble ou spasmodique, et celui de contraction lente, successive ou vermiculaire. Jusqu'à présent et surtout dans ces dernières années, on n'a reconnu aux muscles des artérioles que la première forme de contraction. On admet en effet que les fibres musculaires que renferment les parois des vaisseaux sanguins ont pour unique but de s'opposer, par leur contraction en masse, à la progression du sang, et ne servent en rien à aider le cours du sang dans les parties périphériques. Autrefois cependant, des physiologistes avaient admis, théoriquement il est vrai, que l'action de ces fibres musculaires avait surtout pour résultat de faciliter le cours du sang, mais aujourd'hui ce rôle leur est complètement refusé, et c'est justement cette dernière opinion, trop exclusive à notre avis, dont nous avons cherché à démontrer l'erreur.

Lorsque, sur un animal, on coupe les filets du grand sympathique qui se rendent à une partie du corps, on détermine une paralysie des fibres musculaires des vaisseaux sanguins; de là une dilatation des capillaires, un plus grand afflux de sang et une élévation de température. L'exci-

tation de ces mêmes filets du sympathique, au moyen de courants d'induction, détermine une contraction spasmodique de ces fibres musculaires; par suite un resserrement de ces vaisseaux dont les parois deviennent rigides, une diminution dans la quantité de sang qui arrive, la pâleur et le refroidissement des parties.

Entre ces deux phénomènes, si opposés et si nets, il y a des états intermédiaires dans lesquels on ne saurait admettre ni l'une ni l'autre cause. De plus, dans un grand nombre de cas, on voit la rougeur de la peau et la vascularisation succéder non plus à une paralysie des fibres musculaires, mais bien à une excitation. Pour ne citer dans ce moment que les exemples les plus communs, ne voit-on pas la lumière et une chaleur modérée augmenter la circulation? et cependant il est difficile d'admettre que ces agents aient une action paralysante.

Nous ferons remarquer qu'il est rare de voir des fibres musculaires lisses avoir des contractions spasmodiques ; car, tandis que les fibres musculaires striées se contractent en masse et n'ont qu'une contraction passagère, les fibres lisses ont une action moins prompte qui s'effectue avec moins d'ensemble, mais avec plus de continuité. Si nous rapprochons les parois des vaisseaux sanguins de celles de l'intestin qui, toutes deux, renferment des fibres musculaires identiques, nous pouvons présumer que, hormis certains cas exceptionnels, l'action physiologique de ces fibres est continue et vermiculaire, et que, par conséquent, elle facilite la progression des liquides qui s'y trouvent renfermés.

Ce n'est point là une simple hypothèse fondée sur l'analogie anatomique; cette contraction péristaltique des vaisseaux peut être observée chez certains animaux et même chez l'homme.

Sur les annélides, on voit parfaitement la contraction de l'artère principale être progressive.

En employant un fort grossissement, on voit assez nettement, sur la membrane interdigitale d'une grenouille, le calibre des artères changer d'un instant à l'autre; à une dilatation succède un resserrement relatif, et *vice versâ* ; il est vrai que la dilatation correspond à une pulsation cardiaque et c'est ce qui rend l'action propre de l'artère difficile à apercevoir. L'ondée sanguine produit donc de proche en proche sur le trajet des artères, des dilatations ampullaires qui mettent en jeu non seulement les éléments élastiques [1], mais les éléments musculaires qui entrent en contraction après avoir été distèndus et qui réagissent sur le sang pour le faire progresser dans le sens où il rencontre moins de résistance. Il suffit pour cela que les contractions des artérioles soient progressives et qu'elles aient lieu non spasmodiquement et sans obturer la lumière du vaisseau.

On peut voir chez l'homme même une contraction péristaltique des artères. Lorsque l'artère centrale de la rétine est obturée par un caillot, on voit, à l'aide de l'ophthalmoscope, les artérioles qui établissent une circulation collatérale avoir des mouvements péristaltiques très marqués. Ce phénomène est d'autant plus remarquable que l'oblitération de l'artère principale montre immédiatement la relation qu'il y a entre la plus grande quantité de sang que doivent amener les autres artères et les mouvements péristaltiques qu'elles possèdent. Il y a certes peu de faits aussi concluants que

1. Non seulement le cœur, par ses contractions, imprime au sang artériel son cours centrifuge, mais les grosses artères viennent encore ajouter à cette action par leur élasticité; l'élasticité, d'ailleurs, est une force purement passive et par cela d'autant plus précieuse, qu'elle agit constamment, avec la même intensité, sans qu'aucun trouble organique puisse influer sur elle.

celui-ci pour démontrer l'influence de la contractilité des artères sur le cours du sang.

Notons que ces contractions propres des parois vasculaires, qui sont d'autant plus fortes que ces parois sont plus riches en muscles, peuvent être aisément constatées à l'œil nu sur l'oreille du lapin, sur certains vaisseaux de l'anguille, sur les veines caves près du cœur, etc.

Ajoutons encore que, si les fibres-cellules des artères servaient uniquement à modérer le cours du sang, on les trouverait surtout dans les points où la circulation est plus directement soumise à l'influence du cœur, et l'on sait que c'est précisément le contraire. Ce sont les artères assez éloignées du cœur qui présentent la plus grande richesse musculaire, ce sont celles où le courant marche contre les lois de la pesanteur, comme à la tête par exemple, ou encore dans celles où l'action du cœur devient presque nulle, comme pour les vaisseaux ombilicaux.

Pour les tissus érectiles, comme l'un de nous l'a démontré[1], la paralysie des rameaux du sympathique, loin de déterminer une turgescence de ces tissus, produit au contraire une circulation moins active, et, par conséquent, l'impossibilité de l'érection.

Enfin, quoiqu'il soit difficile de séparer les nerfs moteurs des nerfs sensitifs, pour les appareils de la vie organique, il est évident que tous possèdent ces deux sortes de nerfs. L'intestin a sa sensibilité, et ses contractions ne sont que l'effet d'une action réflexe. Chaque fois que sa partie interne se trouve excitée par le bol alimentaire, on observe une contraction en ce point, et cette contraction cesse dès qu'il n'y a plus de matière en contact pour reparaître sous l'influence

1. Legros, *Des tissus érectiles.*

des mêmes causes. La même chose existe pour le cœur, où il semble que les deux sortes de nerfs (sensitifs et moteurs) sont plus isolés ; et ici, comme pour l'intestin, les contractions semblent proportionnées à l'excitation première.

Pour les vaisseaux sanguins, cette sensibilité inconsciente doit également exister ; physiologiquement, elle est indispensable. D'ailleurs, on trouve dans les filets du sympathique deux sortes de nerfs, des tubes et des fibres de Remak. Dans certains organes (tissu spongieux du gland, par exemple), on ne trouve que les fibres de Remak ; les tubes se rendent dans la muqueuse qui recouvre les aréoles ; c'est qu'en effet, c'est de là que part l'action réflexe qui doit influencer les artérioles du gland et amener la turgescence ; il semblerait par là que dans le sympathique les éléments tubulés servent à la sensibilité et les fibres de Remak aux mouvements.

La contraction des muscles vasculaires est donc, comme la contraction de toutes les fibres musculaires lisses, consécutive à une action réflexe. Dès que l'ondée sanguine a dilaté le vaisseau, les filets sensitifs du grand sympathique transmettent l'impression aux ganglions, et les filets moteurs agissent sur la tunique contractile.

Pour démontrer que la contraction des artères aide à la progression du sang, nous avons dû instituer deux sortes d'expériences. Dans la première série, nous avons cherché à supprimer ou à atténuer l'action du cœur pour étudier en même temps les phénomènes qui ont lieu du côté de la circulation périphérique ; dans la seconde série, nous avons essayé d'agir directement sur la contractilité des artères, sans influencer l'action du cœur.

Nous reproduisons ci-après les principales expériences que nous avons faites et sur lesquelles nous nous appuyons pour admettre la contraction péristaltique des artérioles.

La contractilité artérielle sert à la progression des liquides renfermés dans les artères.

Si le cours du sang dans les artères n'est dû qu'à l'action du cœur et à l'élasticité des artères, on doit, en supprimant l'action du cœur, n'avoir plus que l'influence seule de l'élasticité.

Or, l'élasticité est une force passive et physique. Elle existe après la mort comme pendant la vie, et elle agit de même si l'on injecte les artères d'un cadavre ou d'un animal vivant.

L'élasticité facilite la progression des liquides renfermés dans l'artère, et si, d'un autre côté, comme le soutiennent plusieurs physiologistes, la contractilité des artérioles a pour effet de ralentir et de modérer la circulation, l'élasticité aura d'autant plus d'influence sur la progression des liquides qu'elle n'aura plus à lutter contre la contractilité des vaisseaux périphériques.

Partant de ces idées théoriques, si, chez un animal, on vient à lier l'aorte afin de supprimer complètement, pour les artères des membres inférieurs, l'action du cœur, et si, au-dessous de la ligature, on injecte un liquide, celui-ci ne progressera que sous l'influence de l'élasticité, et pénétrera les tissus à la même profondeur sur un animal vivant ou sur un animal mort depuis quelque temps ; il devrait même pénétrer plus profondément sur le cadavre, car la contractilité des artères est abolie dans ce cas.

Mais tout le contraire a lieu, et la différence est même excessivement grande. Lorsque la contractilité des artères existe encore, comme dans le cas de vie, l'injection pénètre partout, et elle revient même par les veines pendant tout le temps que l'animal est en vie. Sur le cadavre, au contraire, il faut une force d'impulsion très considérable et longtemps continuée pour faire arriver l'injection jusque dans les capillaires, et surtout dans les capillaires les plus fins, comme dans le cas précédent.

Exp. I. — Sur une chienne déjà épuisée par plusieurs expériences, on ouvre l'abdomen et l'on place une ligature sur l'aorte. Au-dessous de la ligature, on introduit une canule par laquelle on laisse couler de l'eau colorée par du bleu de Prusse. Ce liquide est maintenu, à 2 décimètres environ au-dessus de l'animal, dans un entonnoir de verre qui communique avec la canule au moyen d'un tube de caoutchouc.

Le liquide qui pénètre ainsi dans l'aorte abdominale ne supporte donc qu'une pression d'une colonne d'eau de 2 décimètres, pression insigni fiante et qui n'a pour but que de laisser *couler* le liquide dans l'artère.

Malgré cette faible pression, le liquide pénètre dans les capillaires, et la muqueuse vaginale surtout se trouve très finement injectée.

Dans cette expérience, le liquide ne revient point par les veines, comme dans les suivantes. Mais il faut remarquer que le liquide injecté était

composé d'une grande quantité de bleu de Prusse, qui, à cette dose, n'est peut-être pas complètement inoffensif : qu'il y avait un peu de glycérine, et que, de plus, nous n'avions pas eu la précaution de chauffer l'eau, et enfin que l'animal était très épuisé.

Exp. II. — Sur un lapin, on ouvre l'abdomen, on lie l'aorte au-dessus des artères rénales et l'on introduit au-dessous une canule communiquant, au moyen d'un tube de caoutchouc, avec un entonnoir de verre dans lequel on verse du lait chauffé à environ 20°. Le niveau du lait se trouve à 2 décimètres au-dessus de l'aorte. On coupe en même temps la veine iliaque.

Au bout de deux minutes, on voit le sang qui s'écoule par les veines mélangé avec du lait, et, quelque temps après, les veines ne renferment plus que du lait. Le lendemain, au microscope, on constate que toutes les parties du corps situées au-dessous de la ligature de l'aorte sont complètement exsangues, et que tous les capillaires sont remplis de gouttelettes de lait.

Exp. III. — Sur un lapin, on laisse couler dans l'aorte abdominale, par le même procédé que ci-dessus, une solution de gélatine colorée avec du carmin. Au bout de peu d'instants, le sang qui revient par les veines est mélangé avec du liquide injecté, et celui-ci finit par remplir seul les veines. Les membres inférieurs de l'animal sont complètement colorés en rouge. Au microscope, on constate que les capillaires les plus fins sont partout injectés; les reins, les intestins, situés au-dessous de la ligature, la moelle des os, etc., offrent des injections remarquables et que l'on ne pourrait obtenir que très difficilement sur le cadavre, même avec des pressions très fortes.

Ces expériences, qui démontrent clairement l'influence de la contractilité artérielle sur la progression des liquides dans les artères, conduisent également à ce fait important pour les recherches histologiques, qu'il est plus avantageux de faire les injections pendant que l'animal est encore en vie ou peu de temps après la mort, que lorsqu'il a succombé depuis longtemps.

On peut rapprocher ces faits de ceux que nous avons également constatés sur des têtes de décapités. Chez trois suppliciés, nous avons vu de l'air mêlé au sang, non seulement dans les vaisseaux du tronc, mais dans la tête, jusque dans les artérioles de la pie-mère. On pourrait admettre à la rigueur que le sang qui s'écoule brusquement des gros vaisseaux coupés est remplacé par de l'air, malgré ce que l'on sait de leur rétraction rapide. Mais cette hypothèse est inadmissible pour les vaisseaux d'un calibre très fin, et il nous paraît évident que l'ondée sanguine, au moment de la décapitation, a continué à progresser en partie du côté des capillaires, entraînant avec elle quelques bulles d'air. Dans la mort subite, la puissance contractile des vaisseaux ne doit pas, en effet, disparaître immédiatement; elle persiste pendant quelque temps, comme la plupart des mouvements dus aux fibres musculaire lisses.

De la circulation périphérique lorsqu'on arrête l'action du cœur.

Le meilleur moyen d'empêcher l'action du cœur sur la circulation périphérique est de placer une ligature sur l'aorte et d'examiner ce qui se passe dans les vaisseaux des membres inférieurs.

A l'œil nu, cette ligature est suivie de la pâleur des tissus et du refroidissement de ces parties; mais si l'on examine les vaisseaux périphériques au microscope, on peut constater encore, pendant quelque temps après la ligature de l'aorte, divers phénomènes qui ont pour cause la contractilité des artérioles.

Exp. IV. — En liant sur une grenouille, tous les vaisseaux qui se rendent au cœur ou qui en partent, et en examinant au microscope les artères et les veines du mésentère, on voit le sang circuler encore très régulièrement pendant deux à trois minutes.

Au bout de ce temps, le courant sanguin s'arrête dans les veines, qui paraissent très gonflées. Dans les artères, le courant sanguin se ralentit beaucoup et ne se meut plus que par légères saccades. Après avoir eu lieu dans le sens normal, le courant se fait de temps en temps en sens inverse, et surtout lorsqu'il a eu lieu précédemment dans le sens direct avec beaucoup d'énergie. Le sang renfermé dans les veines présente des oscillations assez régulières, comme intervalle de temps, mais variables comme intensité. Les plus grandes oscillations succèdent à un mouvement plus rapide de la colonne sanguine des artérioles. C'est également après cette circulation plns rapide dans les artérioles que le sang qui y est renfermé prend, pendant un instant, une directiou inverse, c'est-à-dire des capillaires vers le cœur. Si l'on électrise alors, au moyen de courants continus, les parties examinées au microscope, on voit le sang dans les artérioles, prendre un mouvement plus rapide et les oscillations dans les veines devenir beaucoup plus prononcées.

Au bout de vingt minutes on coupe le cœur, et aussitôt, par suite de l'hémorrhagie, les veines se dégonflent, le sang y prend un mouvement centripète, régulier, et l'on n'y remarque plus d'oscillations. Le sang renfermé dans les artérioles se meut également plus rapidement, et sa direction reste normale.

Enfin, le sang finit par s'arrêter complètement dans les veines. Les artérioles sont la plupart exsangues; dans quelques-unes on aperçoit encore quelques mouvements irréguliers que l'on peut augmenter légèrement par les courants continus.

Exp. V. — On dispose pour l'examen microscopique la membrane interdigitale d'une grenouille. L'aorte est mise à nu, et au moyen d'une serre-fine on interrompt et l'on rétablit le courant à volonté.

Lorsque l'on comprime l'aorte, les globules sanguins s'écoulent lente-

ment dans les artérioles. Par moment, il y a une sorte d'impulsion qui les fait cheminer, surtout lorsqu'ils s'accumulent en un point.

Lorsque l'interruption du courant sanguin a duré quelque temps et qu'on rétablit le courant, la circulation acquiert immédiatement une grande activité.

En électrisant avec les courants continus (courant descendant), le calibre des artérioles semble augmenter. La circulation est en même temps accélérée dans les capillaires. La circulation venant à s'arrêter, les courants continus la rétablissent.

Exp. VI. — On examine au microscope le mésentère d'une grenouille, et l'on place une serre-fine au-dessus du cœur. Les premières minutes le sang continue à progresser dans les artères ainsi que dans les veines. Il s'arrête d'abord dans les veines, et il continue à se mouvoir plus longtemps dans les artères, où souvent il se dirige en sens inverse.

On enlève la serre-fine, et aussitôt la circulation se rétablit complètement, et le sang prend dans les artères une très grande vitesse.

On remet la serre-fine sur le cœur. Le cours du sang, dans les artérioles, continue assez longtemps, mais dans les veines on n'observe plus que des oscillations. En enlevant la serre-fine pour laisser le cœur se contracter trois fois, on voit le sang dans les artères augmenter de vitesse et de quantité ; mais ces contractions cardiaques n'influent que peu sur la circulation veineuse ; les oscillations deviennent plus fortes et plus fréquentes, mais le sang n'y avance point.

En enlevant complètement la serre-fine, le cours du sang reprend complètement dans les artérioles ; quelques-unes cependant restent contractées et imperméables. Dans les veines, au bout de quelque temps seulement, le sang recommence à se mouvoir, d'abord très lentement et par saccades. *Ces saccades ne correspondent nullement aux contractions du cœur*, car on en compte, pendant une révolution cardiaque, quatre ou cinq.

Exp. VII. — On examine au microscope la membrane interdigitale d'une grenouille. Après avoir lié l'artère crurale, on voit la circulation se ralentir, mais marcher pendant quelque temps assez régulièrement. Puis, le sang ne progresse plus que par saccades. Lorsque ces saccades ont déterminé un mouvement rapide, le sang, après avoir marché vers les capillaires, revient en sens inverse. Les courants continus, à direction centrifuge, augmentent la circulation. Au bout de trente secondes, le cours du sang qui avait eu lieu dans le sens direct se meut des capillaires vers le cœur, puis reprend sa direction normale, qu'il conserve aussi longtemps que le courant électrique passe à travers les tissus. En cessant l'électrisation, la circulation continue pendant quelque temps puis s'arrête après de nombreuses oscillations.

Les oscillations, dans les artérioles, consistent dans des mouvements en divers sens, et sans ordre, que la contractilité artérielle imprime aux globules sanguins.

On voit en un point quelques globules s'entasser et distendre l'artériole

qui, réagissant contre cette pression, se contracte en ce point et chasse les globules dans toutes les directions. C'est surtout aux divisions des artérioles que ce phénomène est le plus apparent. Nous avons parfaitement vu à l'éperon formé par une bifurcation, alors que l'artériole était très rétrécie et presque exsangue, un globule s'arrêter à l'éperon, et déterminer par sa position l'arrêt des autres globules arrivant en ce point. Peu à peu le vaisseau s'est laissé dilater par cette accumulation de globules, puis tout à coup il s'est rétréci et a imprimé aux globules immobiles auparavant différentes directions; dans les deux branches situées au-dessous de l'endroit contracté, les globules se dirigèrent vers les capillaires, tandis qu'ils eurent un mouvement inverse dans le tronc primitif.

Ces expériences sont difficiles à faire sur des animaux à sang chaud, car il n'est possible d'examiner au microscope que les vaisseaux du mésentère, et l'arrêt du cœur dans ces conditions détermine tellement de perturbation, que tout mouvement circulatoire est arrêté. Cependant nous avons pu observer les faits suivants sur un lapin et sur un cobaye. Sur un lapin très épuisé par des expériences précédentes, et presque à l'agonie, on ouvre l'abdomen et l'on étend une partie du mésentère sous le champ du microscope. Dans la plupart des vaisseaux, la circulation est complètement arrêtée Dans quelques artérioles, le sang progresse encore très lentement; il y là par moments des arrêts de la colonne sanguine suivis de mouvements très prononcés. Ces saccades se succèdent assez régulièrement, mais elles ne coïncident nullement avec les mouvements cardiaques, ni avec ceux de la respiration. Les courants continus accélèrent légèrement la circulation.

Exp. VIII — Sur un cochon d'Inde, après avoir ouvert l'abdomen et placé un fragment du péritoine sous le microscope, on coupe en travers la carotide gauche et on laisse l'animal mourir d'hémorrhagie.

On remarque pendant ce temps que la circulation dans les artérioles se ralentit, que le sang y arrive en moindre quantité, puis que les artères se rétrécissent considérablement, et lorsque le cœur a cessé de battre, on le voit encore se contracter à de rares intervalles pour chasser le sang qu'elles renferment.

Toutes ces expériences nous montrent clairement que lorsque l'arrêt du cœur vient à être produit, le sang, tout en diminuant de vitesse, continue pendant quelques instants à progresser régulièrement; ce phénomène est dû sans doute en partie à l'action de l'élasticité des artères. Lorsque cette action cesse ou devient insuffisante, le sang perd son mouvement régulier, car il n'est plus mis en mouvement que par la contraction des artérioles. C'est alors que l'on voit apparaître ces saccades, et que dans les veines le sang ne fait plus qu'osciller sous l'influence de la pression déterminée par les contractions autonomes des artérioles. C'est alors aussi que le sang arrêté dans les veines détermine une tension très forte et une résistance

presque insurmontable, et que, chassé d'abord vers les capillaires par la contraction des artérioles, il finit par se mouvoir en sens inverse.

Si, par une hémorrhagie veineuse, la pression diminue dans les veines, les oscillations cessent aussitôt, et dans les artérioles on voit pendant tout ce temps le sang marcher dans le sens normal.

Ce reflux du sang des artérioles vers les artères plus volumineuses est la conséquence de la plus grande contractilité des vaisseaux périphériques, et elle doit avoir lieu également chez l'homme sain, lorsqu'une grande excitation du nerf sympathique vient à déterminer une contraction spasmodique des artérioles et une pâleur subite de la peau.

Quoi qu'il en soit, tous ces faits, que nous avons constatés plusieurs fois, prouvent bien *qu'en dehors de l'influence du cœur et de l'élasticité des artères, le sang peut être mis en mouvement par l'action des fibres cellules des artérioles.*

De la circulation périphérique lorsqu'on diminue l'action du cœur.

Lorsqu'on coupe un filet sympathique, l'afflux du sang dans les parties auxquelles se distribuait ce filet nerveux est alors tout entier sous l'influence du cœur, car les fibres musculaires des vaisseaux, étant paralysées, ne peuvent plus avoir aucune influence, ni sur l'arrêt du sang, ni sur sa progression. Si la force du cœur vient à diminuer, la circulation devra donc se ralentir beaucoup dans les vaisseaux paralysés. Elle devra également se ralentir, mais beaucoup moins, dans les parties saines, si la contractilité des artères contribue à la progression du sang. Donc, si la contraction des fibres musculaires des vaisseaux facilite la circulation dans les parties périphériques, la différence de température devra cesser entre le côté où le sympathique est coupé et le côté sain, lorsqu'on affaiblit les contractions cardiaques. Et si celles-ci perdent beaucoup de leur énergie, la différence de température devra même être à l'avantage du côté sain.

L'expérience ici encore vient démontrer qu'en effet la contraction physiologique des artérioles facilite la progression du sang dans les parties périphériques.

L'agent le plus énergique pour paralyser les fibres musculaires du cœur est le chloroforme. Nous avons vu dans une autre série d'expériences que le chloroforme tuait les animaux, parce qu'il paralysait le cœur. En effet, lorsque le chloroforme agit pendant longtemps, le cœur est devenu incapable de se contracter, même sous l'influence des excitants les plus énergiques.

Exp. IX. — Sur un chien chez lequel nous avions coupé à gauche le grand sympathique, nous avons constaté avant la chloroformisation les températures suivantes : côté opéré, 34°; côté sain, 30°,5.

Après lui avoir fait respirer du chloroforme, on constate que la tempéra-

ture baisse très vite du côté opéré. On laisse le chien se réveiller et l'on reprend les températures : côté opéré, 30°; coté sain, 29°,8.

On fait de nouveau respirer du chloroforme, et la température descend du côté opéré à 26°, 25°, et enfin 24°,5, tandis qu'elle est de 27° du côté sain. On suspend les inhalations de chloroforme et la température remonte peu à peu. Un quart d'heure après que le chien a été détaché, l'oreille du côté opéré est de nouveau plus chaude que celle du côté sain.

M. Claude Bernard avait déjà remarqué, il y a plusieurs années, que l'éther et le chloroforme produisent un abaissement de température du côté où le sympathique a été détruit.

Sur une chienne qui avait subi la section du filet sympathique dans le cou du côté droit, il observa que pendant qu'on chloroformait l'animal, l'oreille droite baissa rapidement de température, devint froide et pâle, tandis que celle du côté sain à gauche devint plus injectée et plus chaude. Le thermomètre indiquait à droite 36°,8, et à gauche 37°,2.

Une heure et demie après qu'on eut cessé les inspirations du chloroforme, on trouvait à droite (côté opéré) 37°,8, et à gauche 34°, 4.

Dans une autre expérience faite sur une chienne, le thermomètre métastatique à déversement, de M. Walferdin, indiquait avant les inhalations de chloroforme :

Côté gauche sain............................	165°
Côté droit (sympathique coupé)................	175°,5.

On chloroforma l'animal, et l'on mesura de nouveau la température des oreilles, qui fut trouvée :

Côté gauche sain..........	montée de 165° à 171°
Côté droit, nerf coupé.......	baissée de 177°,5 à 177° [1]

Exp. X. — On injecte 40 grammes d'alcool dans l'estomac d'un chien qui, la veille, avait subi la section du sympathique droit. La différence de température était, avant l'opération, de 5° centigrades en faveur de l'oreille du côté opéré.

Au bout de douze minutes, l'animal est ivre-mort, et les deux oreilles donnent au thermomètre la même température, 34 degrés. On observe en même temps une contraction des deux pupilles, mais celle du côté opéré est plus contractée.

Exp. XI. — Sur un chien, après avoir coupé le sympathique et constaté la différence de température, nous injectâmes sous la peau de la digitaline.

Il y eut un léger ralentissement du pouls, l'animal ne parut guère incommodé, et la différence de température entre le côté sain et le côté opéré ne subit aucune différence.

1. *Leçons sur le système nerveux*. Paris, 1858, in-8, t. II, p. 501.

Nous répétâmes la même expérience sur un cochon d'Inde, mais en donnant la digitaline à dose toxique; après avoir coupé le sympathique à gauche, on mesure les températures des oreilles au bout de quelque temps :

A gauche (côté opéré)........................ 25°
A droite (côté sain)........................ 22°

On injecte une forte dose de digitaline et l'on reprend les températures :

A gauche........................ 21°,5
A droite........................ 29°

Deux minutes avant que l'animal expire, on trouve :

A gauche........................ 22°,5
A droite........................ 23°

Une minute après la mort :

A gauche (côté opéré)........................ 21°
A droite (côté sain)........................ 22°

Exp. XII. — Sur un lapin, on coupe le sympathique droit à neuf heures du matin. A une heure de l'après-midi, on prend les températures des oreilles :

Oreille droite (côté opéré)........................ 34°
Oreille gauche (côté sain)........................ 31°

On applique sur le thorax, après avoir rasé les poils, une vessie pleine d'un mélange réfrigérant. Les battements du cœur et les mouvements respiratoires s'accélèrent d'abord légèrement.

Au bout de dix minutes, le thermomètre indique :

Oreille droite........................ 30°,5
Oreille gauche........................ 20°

On retire la glace pendant pendant un quart d'heure, et immédiatement après avoir suspendu son action, on note les températures suivantes :

Oreille droite........................ 28°,5
Oreille gauche........................ 27°,2

Puis, au bout d'un instant :

Oreille droite .... 29°,9
Oreille gauche .... 29°,9

On applique de nouveau la glace; on détermine un léger frisson au moment de l'application et une accélération de la respiration. On obtient les températures successives :

Oreille droite (côté opéré).	Oreille gauche.
28°,7	28°,3
28°,5	27°,5
27°,5	27°
27°,3	25°
25°,2	25°
24°,5	24°,4
23°,5	23°,2

On retire alors la vessie pleine de glace et on la remplace par une autre renfermant de l'eau chaude. On trouve alors les températures suivantes :

Oreille droite.	Oreille gauche.
22°,5	21°,5
23°	22°,5
24°	22°

On cesse de prendre les températures; on détache l'animal, qui reste presque immobile; il ne peut faire aucun mouvement et a perdu de sa sensibilité.

Au bout d'une demie-heure, les mouvements et la sensibilité reviennent, et en prenant les températures dans les oreilles, on obtient :

Oreille droite .... 33°
Oreille gauche .... 30°,7

On voit donc, par ces diverses expériences, que lorsqu'on diminue l'action du cœur, la différence de température qui existait entre les parties saines et les parties où le sympathique avait été coupé, tend constamment à diminuer; que souvent les deux côtés finissent par avoir la même température. De plus, dans les cas où le cœur finit par être presque complètement paralysé, la température devient même plus grande du côté sain, où la contractilité des artères fait encore progresser le sang, que du côté où cette contractilité a été abolie.

De la circulation périphérique lorsqu'on agit sur la contractilité artérielle.

Dans les expériences suivantes, nous avons eu pour but d'agir directement sur la contractilité des artères. L'agent principal que nous avons

employé pour produire cet effet est l'électricité à courants interrompus et à courants constants et continus. Mais avant d'aborder cette série d'expérience, qui nous a fourni plusieurs faits importants, nous devons mentionner les résultats obtenus par d'autres procédés.

On sait que l'excitation du grand sympathique produit un resserrement des artérioles, la pâleur et le refroidissement des parties qui reçoivent les filets sympathiques excités. Mais jusqu'à présent cette excitation du grand sympathique s'est toujours faite au moyen de courants interrompus qui, comme nous le verrons plus loin, déterminent une contraction spasmodique des fibres cellules des vaisseaux. Nous avons cherché si d'autres excitations, qui ne font qu'irriter le système nerveux, ne pourraient pas augmenter la contraction physiologique des artérioles sans produire cette contraction tétanique, et qui, par conséquent, feraient accélérer la circulation au lieu de la ralentir.

Exp. XIII. — Sur un lapin sain, on cherche le ganglion cervical supérieur à gauche. On passe sous ce ganglion un fil de soie, et on le lie sur le ganglion sans déterminer aucune solution de continuité de la masse nerveuse, et en n'exerçant qu'une pression très modérée.

Il n'y a pendant l'opération ni hémorrhagie ni aucune blessure de nerfs, d'artères ou de veines.

Une heure après l'opération, on constate à la main une différence de température entre les deux oreilles. Du côté opéré, la température est plus élevée que du côté sain.

Le lendemain, dix-huit heures après l'opération, on cherche les températures au moyen du thermomètre ; l'oreille gauche donne à chaque mensuration de 2 à 2 degrés et demi de plus que l'oreille droite. Tandis que, du côté gauche (côté opéré), on trouve une température qui, selon les moments de la mensuration, varie entre 35°,5 et 36°, celle du côté droit varie entre 35°,5 et 33°,5.

Ces variations de température pour un même côté dépendent surtout de l'excitation directe faite sur une oreille. En soulevant ou en maintenant un lapin par une oreille, celle-ci, au bout de peu d'instants, offre une vascularisation plus grande et une température plus élevée. Ce phénomène est très important à connaître, car si l'on n'en tenait compte, il amènerait souvent de grandes erreurs. Mais dans ce fait même, que l'on retrouve également chez l'homme (tiraillement des oreilles), nous avons une expérience vulgaire qui vient à l'appui de notre opinion, car il montre bien l'augmentation de la température sous l'influence d'une irritation.

Exp. XIV. — Sur un lapin sain on isole le sympathique au cou du côté droit. L'opération a lieu sans hémorrhagie. On passe au-dessous du filet du sympathique une lame de liège et l'on fait tomber sur le nerf une goutte de glycérine.

Quelques minutes après, l'oreille droite présente une turgescence énorme. Sa température est de 29°,5 tandis que celle du côté gauche est de 27°,5.

On électrise alors le sympathique avec les courants continus pendant deux minutes. La turgescence vasculaire semble diminuée, mais la différence de température à la main est toujours aussi accusée. Au thermomètre on obtient : côté opéré, 29°,5 ; côté sain, 28 degrés.

Il faut noter que la glycérine, mise sur la moelle ou sur le nerf sciatique, détermine presque aussitôt des contractions musculaires dans les membres inférieurs. Ces contractions ne sont nullement tétaniques ; elles ont lieu au contraire d'une manière très isolée, et consistent surtout en contractions fibrillaires.

Cet effet de la glycérine sur les muscles striés nous explique son action sur le sympathique, car elle ne paralyse point et détermine au contraire des contractions ; mais ces contractions ne sont point spasmodiques.

Exp. XV. — Sur un cobaye sain, on découvre le sympathique à gauche et on le touche légèrement avec du nitrate d'argent. Au bout de cinq minutes, on constate une plus grande vascularisation dans l'oreille gauche et quelques instants après on prend la température au thermomètre :

Côté gauche (opéré)........................... 25°,7
Côté droit (sain)........................... 22°,8

On coupe alors le sympathique du côté opéré, et immédiatement après on constate dans l'oreille correspondante une température de 26 degrés. Un quart d'heure après la section du sympathique, on recherche les températures :

Côté gauche (opéré)........................... 25°
Côté droit (sain)........................... 22°

Exp. XVI. — En examinant au microscope la circulation chez une grenouille, on voit que l'administration de la caféine détermine une accélération très grande de la circulation. Partant de ce fait, et considérant la caféine comme un excitant de la contractilité artérielle, nous avons donné à un lapin de la caféine après lui avoir coupé le sympathique d'un côté.

Après la section du sympathique, on avait noté les températures suivantes :

Côté opéré................................... 34°,3
Côté sain................................... 32°

Après l'administration de la caféine :

Côté sain.	Côté opéré.
34°,3	35°,4
35°,5	36°,2
35°	35°,5

L'animal n'a pas succombé sous nos yeux; mais le lendemain matin il était trouvé mort.

Enfin, nous avons constaté une plus grande accélération de la circulation sous l'influence de la strychnine et de la brucine.

A côté de ces expériences, nous pouvons placer celle de M. Schiff, relatée dans la thèse de M. Meuriot[1]. Après avoir coupé le grand sympathique sur des chiens, il constata que la différence qui existait dans la température des deux oreilles, loin d'augmenter sous l'influence de l'atropine, diminuait; et que la température augmentait des deux côtés. Dans un cas, le thermomètre monta du côté du sympathique sectionné de neuf dixièmes de degré, et, du côté sain, de 3°,1.

Les recherches de M. Meuriot lui ont fait admettre que l'atropine agissait sur la contractilité des artères et amenait une congestion active.

Certes, la liste des médicaments qui pourraient produire ce même phénomène de l'augmentation de la température du côté non paralysé est plus complète que nous ne l'indiquons. D'ailleurs, ce procédé opératoire, qui n'offre point de sérieuses difficultés, peut être employé chaque fois que l'on voudra étudier l'action d'un médicament quelconque sur la circulation. Notre seul but est, dans le moment, de montrer que, si l'on excite (non tétaniquement) la contractilité artérielle, on obtient, du côté où cette contractilité existe encore, une plus grande activité de la circulation, et que par conséquent cette contractilité a, physiologiquement, entre autres fonctions, celle de faciliter le cours du sang.

Le fait essentiel qui ressort de ces expériences, c'est que la différence de contraction des artérioles influe sur les mouvements du sang. Lorsque cette contraction est spasmodique, il y a diminution de la circulation; lorsque, au contraire, elle se fait normalement, c'est-à-dire d'une façon vermiculaire, la quantité de sang qui arrive dans les tissus est augmentée.

On comprend ainsi que la circulation puisse être modifiée dans les organes périphériques indépendamment de l'action du cœur, et surtout qu'il puisse y avoir un plus grand afflux de sang, non parce que les fibres musculaires des vaisseaux sont paralysés, mais au contraire parce que

1. *De la méthode physiologique en thérapeutique et de ses applications à l'étude de la belladone*. Paris, 1868.

leurs contrations normales sont augmentées. De même, lorsque le sang est arrêté en un point ou que son mouvement est très ralenti, on pourra, en excitant les contractions autonomes des vaisseaux, en rétablir le cours, et par conséquent agir sur la nutrition des tissus, et dans certains cas empêcher l'atrophie et la dégénérescence des éléments.

L'idée et les conclusions que nous cherchons à combattre et qui ont été généralement admises, veulent que toute congestion soit le résultat de la paralysie des nerfs vaso-moteurs. Mais les expériences de Claude Bernard sur la corde du tympan, celles de Schiff et de Loven sur le nerf auriculo-temporal et en général sur la plupart des nerfs sensitifs, et les nôtres sur les tissus érectiles, démontrent d'une manière évidente qu'il y a, dans la plupart des congestions, une influence active, et non paralysante.

Que la paralysie des vaisseaux puisse, dans certains cas, amener de la congestion, cela ne fait aucun doute. L'expérience de Claude Bernard prouve tellement cette influence, que l'on semble soutenir un paradoxe en disant que la contraction de ces mêmes vaisseaux peut également amener de la congestion. Les mots paralysie et contraction paraissent si opposés que l'esprit admet tout de suite que l'une de ces causes doit agir complètement en sens opposé de l'autre. — Et cependant, peut-on comprendre la rougeur qui survient, après un traumatisme, comme résultat de la paralysie des nerfs vaso-moteurs? La présence d'une épine dans le doigt aurait-elle pour résultat de supprimer les fonctions normales? Ce serait là une remarquable exception à tout ce que l'on observe dans les organes munis de fibres musculaires de la vie organique dont l'activité est exagérée sous l'influence d'une excitation.

Un grain de sable pénètre entre les paupières, et, immé-

diatement, il y a rougeur de la conjonctive. Détruisez les filets du sympathique qui se rendent à la tête d'un animal, les vaisseaux seront paralysés autant que possible, et le réseau vasculaire apparaîtra plus nettement, mais jamais vous n'aurez la congestion intense qui accompagne la présence de corps étrangers lorsque les nerfs vaso-moteurs sont restés intacts. C'est que, dans ce dernier cas, le grain de sable a exagéré les contractions péristaltiques des artérioles et augmenté en un point l'afflux du sang.

A. Moreau a montré qu'en énervant certaines artères on modifiait leurs battement. Sur des chiens, il coupe les nerfs mésentériques qui se rendent à une anse intestinale, et il observe que dès le début il y a absence de battements (due évidemment à la contracture des vaisseaux; puis au bout d'un temps variable, les battements réapparaissent, mais il n'ont plus le même type que ceux des artères voisines qui possèdent des nerfs. Cette expérience vient à l'appui de ce que nous avons avancé, car elle démontre que la suppression de la contractilité dans les artères change la forme des battements, ou en d'autres termes que la contractilité des fibres lisses a une influence active sur les mouvements des artérioles.

Il est, du reste, à noter que les observateurs qui ont étudié l'inflammation à l'aide du microscope ont vu qu'il y avait, au début, des alternatives de resserrement et de dilatation des vaisseaux; c'est notre contraction autonome. Plus tard, le sang s'arrête, et il s'arrête mécaniquement parce qu'il y a coagulation dans tous les capillaires; mais, dans les points voisins de la coagulation, on retrouve à un haut degré des alternatives de contraction et de resserrement des artérioles. Ces battements sont tellement accentués dans certaines inflammations, le panaris, par exemple,

que le malade en a conscience, et la sensation n'est pas due seulement à l'hypéresthésie des tissus malades, car la main du médecin, appliquée sur le phlegmon, percevra les pulsations des vaisseaux qui luttent contre l'obstacle.

Le cœur est un organe aveugle qui pourvoit aux besoins généraux de la circulation et qui ne peut venir en aide aux phénomènes isolés qui se passent dans l'organisme; c'est aux vaisseaux de chaque organe qu'est dévolu le pouvoir de modifier la circulation suivant l'acte à accomplir. Aussi qu'arrive-t-il lorsque les vaso-moteurs sont paralysés, soit par une maladie grave comme la fièvre typhoïde, soit par une paralysie des centres nerveux? On voit alors que le moindre obstacle à la circulation amène la formation d'eschares. De même chez les vieillards, la diminution de l'influx nerveux et la dégénérescence athéromateuse des artères causent des gangrènes et des eschares dès qu'une pression prolongée agit sur une région quelconque du corps.

Dans les expériences sur la section du grand sympathique, les animaux succombent souvent à la suite d'une inflammation et de nombreux foyers purulents. La raison en est due, sans doute, à la paralysie des vaisseaux, qui ne peuvent plus réagir, lorsqu'en un point le sang vient à s'arrêter et à se coaguler. Une expérience de Claude Bernard est remarquable sous ce rapport. Sur un cheval, la section du grand sympathique n'amena aucun accident inflammatoire jusqu'au moment où une irritation mécanique vint agir sur la tête. Aussitôt il y eut inflammation. A l'état normal, cette irritation (frottement) n'eut pas déterminé de telles conséquences, car si le sang s'était arrêté un instant, la contraction des artérioles aurait surmonté l'obstacle et aurait pu rétablir le cours du sang. Mais cette contractilité venant à être abolie, l'arrêt du sang, une fois déterminé,

ne pouvait pas être modifié par l'action trop éloignée du cœur et devait entraîner les conséquences fatales qui succédèrent à cette cause toute mécanique. D'ailleurs, la marche et les symptômes des congestions ou des inflammations par paralysie des vaisseaux (et ce ne sont pas les plus fréquentes) diffèrent beaucoup des congestions actives et des inflammations franches. Les symptômes sont bien différents dans la pneumonie hypostatique, où il y a paralysie, et dans la pneumonie qui débute brusquement chez un homme bien portant. Ici ce sont véritablement des phénomènes actifs qui tendent à limiter la lésion.

De même, dans la chlorose, le bruit de souffle et les battements artériels exagérés sont dus aux alternatives de resserrement et de dilatation qui sont bien plus marqués et qui, produisant à chaque pulsation de grandes inégalités de tension sur tout le trajet des vaisseaux, causent ces bruits de souffle et ces battements violents [1]. Quant au bruit de souffle à double courant, au bruit de diable, il est bien certain que le murmure continu est dû à la contraction des artérioles et le renforcement à l'impulsion cardiaque ; il est difficile d'admettre que le bruit continu se passe dans les veines, où le courant est si faible et dont les parois peu résistantes ne peuvent vibrer.

Ces quelques exemples, tirés de la pathologie, montrent bien qu'il n'y a pas contradiction entre les résultats fournis par nos expériences sur les animaux et les symptômes observés au lit du malade, et que, parmi toutes les causes qui

1. M. le docteur Peter a déjà indiqué en 1867, une opinion qui se rapproche beaucoup de celle que nous émettons. « Le bruit de souffle, dit M. Peter (*Gazette des hopitaux*, 30 avril 1867), ne tient pas exclusivement, comme on l'a professé, à la quantité du sang en circulation, mais il dérive surtout, pour ne pas dire exclusivement, de l'état de la paroi vasculaire, laquelle est vivante, contractile, nerveuse et soumise comme telle aux brusques modifications que la vie emporte avec elle. »

peuvent avoir de l'influence sur la circulation, on doit ne pas négliger les muscles vasculaires, dont l'action ne se borne pas à la paralysie ou à la contraction tétanique, mais qui, produisant des alternatives régulières de dilatation et de contraction semblables à celles que l'on observe dans tous les canaux pourvus de fibres musculaires lisses, servent à la progression du sang et peuvent, en certains cas, amener dans les circulations locales des changements de pression considérables.

Comme nous l'avons dit au commencement, et comme nous l'avons fait remarquer plusieurs fois, la théorie de la contraction autonome ne contredit en rien toutes les expériences faites sur les nerfs vaso-moteurs. Loin d'être en opposition avec les faits qui démontrent l'influence de la contraction des vaisseaux périphériques, elle augmente encore cette influence. Si elle détruit quelques-unes des déductions, et, à notre avis des exagérations de la théorie des vaso-moteurs, elle est, d'un autre côté, non pas son antagoniste, mais bien son complément légitime.

Influence des courants électriques sur les nerfs sympathiques.

On connaît l'action des courants d'induction sur le sympathique. Ils déterminent le resserrement du calibre des vaisseaux, et le refroidissement des parties dépendantes du filet sympathique. Nous n'avons pas besoin d'insister sur cette action.

Les courants continus déterminent une action tout opposée. On peut dire d'une manière générale qu'ils augmentent la circulation, comme le prouvent les expériences suivantes :

Exp. XVII. — Sur un lapin sain, on découvre le sympathique au cou. On l'isole des autres parties, et on l'entoure d'une anse de fil qui ne le comprime en aucun point, et qui n'a pour but que de permettre de le soulever légèrement.

On électrise le filet du sympathique pendant deux minutes avec des courants continus. Une demi-heure après l'électrisation, on prend les températures des oreilles : côté sain, 23°,5 ; côté électrisé, 26 degrés. Une heure après : côté sain, 27° ; côté électrisé, 27°,5.

Exp. XVIII. — Sur un lapin sain, on met le sympathique gauche à nu, et on l'électrise pendant une minute avec des courants continus. Le pôle positif se trouve au-dessus du pôle négatif, en considérant le filet nerveux comme ayant son origine près du thorax et remontant vers la tête.

Une demi-heure après l'électrisation, on sent très facilement à la main une différence de température entre les deux oreilles, et l'oreille gauche (côté électrisé) paraît plus injectée du sang.

Au thermomètre, on trouve les températures suivantes :

Côté électrisé.	Côté sain.
30°,5	28°,6
30°,7	28°,9

Pendant qu'on électrisait, et quelques minutes après l'opération, on remarqua que les battements de l'artère carotide étaient bien plus marqués qu'auparavant et que quelque temps après.

Ce fait de l'exagération des battements artériels se voit également dans d'autres circonstances. C'est ainsi que chaque fois qu'on a une artère aux environs d'une plaie, on voit, au bout de quelques instants, lorsque l'opération nécessite la présence prolongée des doigts ou des instruments des artères devenir plus visibles, et présenter des battements plus prononcés.

Exp. XIX. — Sur un lapin sain, on examine les vaisseaux de l'oreille pendant l'électrisation du sympathique correspondant.

Avec les courants d'induction, on voit les artères se rétrécir d'une manière très prononcée, tandis que les courants continus déterminent un élargissement des vaisseaux et une vascularité très grande.

On pourrait peut-être objecter que dans ces expériences, où l'on applique directement les rhéophores sur le sympathique, les courants continus, qui ont une action chimique assez prononcée, détruisent le nerf et amènent ainsi une paralysie des parois vasculaires.

Nous verrons plus loin que cette action des courants con-

tinus n'est pas due, au moins le plus souvent, à une paralysie des nerfs vaso-moteurs, mais bien à une plus grande contractilité artérielle. D'ailleurs, s'il s'agissait d'une vraie paralysie, la température se serait maintenue toujours plus élevée du côté électrisé, et il n'y aurait pas eu, une heure après l'opération, une différence de 0°,5 entre les deux oreilles, lorsque, quelque temps auparavant, cette différence était de 2 à 3 degrés.

Enfin, nous avons fait la même expérience sans agir directement sur le sympathique, et nous avons obtenu les mêmes effets.

Néanmoins, il est évident que, si l'on employait un courant puissant (dans toutes nos expériences nous n'avons jamais employé qu'un courant formé par 10 à 14 éléments Remak), et qu'on le fît agir quelque temps, on arriverait à détruire une portion du nerf. Mais nous n'avons jamais procédé de cette manière, et la différence qui existe entre la direction des courants continus, différence que nous aurons à étudier bientôt, prouve encore que, dans ces circonstances, le courant agit directement et non indirectement en détruisant le nerf sympathique.

Lorsqu'on répète sur un même animal plusieurs expériences de ce genre en fort peu de temps, il arrive presque constamment que les phénomènes deviennent bien moins nets, et cela parce qu'on fatigue les fibres musculaires, et qu'on épuise, pour ainsi dire leur contractilité. L'expérience suivante montre bien ce résultat.

Exp. XX. — Sur un lapin sain, on découvre le sympathique au cou, du côté droit. On le soulève légèrement, au moyen d'un fil placé sous lui et on l'électrise, pendant deux à trois minutes avec de forts courants d'induction. L'artère de l'oreille correspondante se rétrécit au point de cesser d'être aperçue. En cessant l'électrisation, l'artère reparaît peu à peu, et, finale-

ment, elle est plus grosse qu'avant l'opération. Au bout d'un instant, la température de ce côté est plus élevée que celle du côté opposé. Côté droit (côté électrisé avec courants d'induction), 30°; côté gauche, 29°.

On électrise alors avec les courants continus, et aussitôt la température devient égale des deux côtés.

Afin de bien constater que la plaie n'agit pas du côté opéré, on découvre également le sympathique à gauche, et la température étant égale des deux côtés, on électrise le sympathique gauche avec de forts courants d'induction. Les artères de l'oreille se rétrécissent de ce côté. On cesse l'électrisation et, au bout de fort peu de temps, l'oreille gauche devient plus vasculaire que celle du côté droit et présente un excès de température de près d'un degré.

Cette augmentation de température ne peut être expliquée que par un affaiblissement de la contractilité artérielle; elle disparaît d'ailleurs assez promptement. Nous voyons donc toujours les mêmes phénomènes se produire : augmentation de température, lorsque les fibres-cellules des artérioles sont affaiblies ou paralysées, parce que la pression amène la dilatation des vaisseaux et, par conséquent, facilite l'accès d'une plus grande quantité de sang; augmentation de température, comme dans le cas précédent, lorsqu'au contraire la contractilité physiologique des artères se trouve exagérée, et que, par suite, le sang circule plus rapidement; et, enfin, refroidissement quand la contraction des artères se fait en masse et d'une manière spasmodique, parce qu'alors le diamètre des vaisseaux est et reste considérablement diminué.

Ces différents phénomènes apparaissent bien nets dans les expériences décrites jusqu'à présent. Nous allons voir que l'examen microscopique confirme en tous points ces résultats. Sous ce rapport, nos expériences ont été aussi nombreuses et aussi variées que possible, et si, dans nos premières observations, nous trouvons que les courants continus tantôt élargissent, tantôt resserrent le diamètre des artérioles, c'est que nous ne tenions point compte alors

de la direction des courants et que nous n'avions pas encore découvert l'action différente des courants continus selon leur direction.

Remak avait beaucoup insisté sur l'augmentation de la circulation sous l'influence des courants continus ; seulement, il admettait une dilatation passive sans faire, à ce point de vue, d'expériences physiologiques.

Ch. Robin et Hiffelsheim ont vu « que le courant intermittent contracte les éléments musculaires des capillaires, effet qui est suivi généralement, et par réaction, d'une grande activité dans la circulation capillaire, et que le courant voltaïque continu, une fois le circuit fermé, dilate au contraire les capillaires et semble établir en même temps une régulière et uniforme circulation du sang » (*Des applications médicales de la pile de Volta*, p. 11, 1861).

Cette observation de Ch. Robin et Hiffelsheim va être en grande partie confirmée par nos expériences, et elle est complètement vraie, du moment que l'on ne tient compte que d'une seule direction des courants continus.

Exp. XXI. — On découvre, chez une grenouille, le nerf sciatique, et l'on examine au microscope une veine et une artère de la membrane interdigitale. La circulation est languissante; on électrise alors avec les courants continus (10 piles Remak). La circulation s'accélère immédiatement. l'artère semble diminuer de volume, mais le calibre de la veine augmente, Après avoir suspendu l'électrisation, l'accélération persiste pendant dix à quinze minutes, puis elle se ralentit.

En employant les courants d'induction, la circulation s'arrête complètement et presque immédiatement. On cesse l'électrisation avec les courants d'induction ; la circulation reprend. On emploie les courants continus, la circulation s'accélère.

Exp. XXII. — On examine au microscope la membrane palmaire d'une grenouille, et, sans découvrir le nerf sciatique, sans inciser la peau, on électrise la patte avec des courants continus. La circulation capillaire devient aussitôt plus active. On emploie la faradisation, et la circulation s'arrête aussitôt dans les artères et dans les veines.

L'arrêt de la circulation par les courants d'induction a lieu pour deux raisons : la contraction des artères, qui empêche l'arrivée du sang, et la contraction des muscles, qui arrête la circulation dans les veines. On obtient les mêmes phénomènes, lorsque, au lieu de courants d'induction, on emploie des courants constants avec de rapides interruptions.

Exp. XXIII. — Pour voir isolément l'action sur la circulation de la contraction des artères et de celle des muscles du membre, nous avons empoisonné un membre par le curare, et, après avoir mis la membrane interdigitale sous le microscope, nous avons mis le nerf à découvert et nous l'avons électrisé avec les courants d'induction.

Dans ces conditions, la circulation finit également par s'arrêter, mais moins promptement. Tandis que, lorsque les muscles se contractent, la circulation s'arrête aussitôt dans les veines qui restent gorgées de sang, elle continue pendant quelque temps dans les veines, mais très lentement, lorsque l'animal est empoisonné par le curare. Dans les artères, la circulation s'arrête plus tôt, le calibre se rétrécit peu à peu, les globules n'y passent plus qu'un à un, et bientôt l'artère devient filiforme et ne reçoit plus de sang.

Exp. XXIV. — Nous avons déjà vu, dans des expériences précédentes, que la circulation ralentie ou arrêtée était activée par l'électrisation au moyen des courants constants et continus. Lorsqu'on détermine en un point de l'inflammation et que l'on constate l'arrêt de la circulation, on peut également la rétablir au moyen des courants constants et continus.

En examinant la membrane interdigitale d'une grenouille au microscope, on irrite le point examiné avec un fer rouge ou une goutte d'acide ; on remarque tout d'abord que l'artère diminue de volume, mais que la circulation devient, pendant les premiers instants, bien plus active. Tout le réseau capillaire fonctionne, puis peu à peu il se gorge de sang, les globules circulent plus longtemps et finissent par s'arrêter. L'artère augmente de diamètre, elle devient souvent près de deux fois plus volumineuse, et le sang y progresse très lentement. En employant, dans ces cas, les courants d'induction, la circulation après une accélération qui n'est qu'éphémère si le courant est intense, se rétablit sur certains points, mais moins activement qu'en employant les courants continus, car ceux-ci l'activent pendant tout le temps de leur action. *Chaque fois que, dans des inflammations provoquées, la circulation est arrêtée, on peut la rétablir par l'électrisation au moyen des courants constants; pourvu toutefois que les globules rouges ne soient point encore agglutinés.*

Toutes ces expériences ont été répétées un très grand nombre de fois et ont donné constamment les mêmes résultats, non seulement chez les animaux à sang froid, mais encore chez les animaux à sang chaud.

Avant de rapporter les expériences faites sur les animaux à sang chaud, nous croyons devoir mentionner encore l'influence des courants électriques sur le *Naïs filiformis;* car, chez cet animal, les contractions des artères sont très visibles, et on les voit, débutant à l'une des extrémités, s'étendre progressivement jusqu'à l'autre extrémité et imiter le mouvement péristaltique des intestins.

Chez cet animal, les courants interrompus, forts, rétrécissent l'artère et arrêtent la circulation et les battements de l'artère. En même temps tout le corps de l'animal se contracte et devient moniliforme. Les courants continus même relativement intenses, accélèrent la circulation, de telle sorte que le nombre des battements, c'est-à-dire des contractions de l'artère, qui était de 24 à la minute, est de 34 pendant qu'on fait passer le courant.

Voici maintenant quelques expériences sur les animaux à sang chaud.

Exp. XXV. — On chloroformise un chat et l'on examine son péritoine au microscope. La circulation est activée par l'action des courants constants et continus. L'électrisation par les courants d'induction détermine d'abord une légère augmentation de la circulation, puis le calibre des artères diminue, et quelquefois se resserre complètement. Lorsque l'animal est épuisé, la circulation marchant très faiblement, les courants interrompus l'arrêtent complètement. Plusieurs fois on détermine dans les artérioles des oscillations de la colonne sanguine.

Les courants continus, lorsque la circulation vient de s'arrêter dans une artère ou dans une veine, la rétablissent de nouveau. En cautérisant une anse intestinale au fer rouge, la circulation augmente tout d'abord, puis elle s'arrête complètement; *les courants continus la rétablissent pendant quelque temps.*

Exp. XXVI. — En examinant le mésentère d'un rat au microscope, on constate que les courants continus activent beaucoup la circulation. Les courants interrompus rétrécissent les vaisseaux au point de les effacer presque complètement; la circulation augmente dans le commencement puis se ralentit et s'arrête en plusieurs endroits. Les courants continus appliqués alors *déterminent une grande activité de la circulation.*

Exp. XXVII. — Sur le mésentère d'un cochon d'Inde, les courants continus accélèrent la circulation. Les courants d'induction font diminuer très notablement le calibre des artères; *la circulation augmente d'abord, puis se ralentit beaucoup.* Une goutte d'acide sulfurique est portée sur une anse intestinale; la circulation, aux environs du point excité, s'accélère rapidement, puis diminue et s'arrête complètement. *Les courants continus font reparaître la circulation.*

Toutes ces expériences montrent donc clairement que les courants d'induction ou les courants interrompus, de quelque nature qu'ils soient, *portés directement* sur les tissus, accélèrent au début les vaisseaux, puis ralentissent et même arrêtent complètement la circulation. Ces phénomènes concordent parfaitement avec les expériences sur le grand sympathique, dans lesquelles la faradisation du ganglion cervical supérieur détermine le refroidissement de la partie correspondante de la tête.

Les courants constants et continus activent au contraire la circulation, et cela, pendant tout le temps de leur application. *Ils rétablissent même la circulation lorsqu'elle est complètement arrêtée.*

Ce résultat est le même que celui que l'on obtient en électrisant le grand sympathique avec les courants continus, car la température augmente dans ce cas, au lieu de diminuer. Dans ces dernières expériences, on ne peut pas supposer que l'application des courants continus détermine une altération du nerf, et, par suite, agit comme une section matérielle, car *les rhéophores n'ont pas été appliqués directement sur les nerfs.* Nous voyons donc, au microscope, la cause de ces différences d'action des courants interrompus et des courants continus. Les premiers rétrécissent les artères et tétanisent presque les fibres musculaires des parois[1], tandis que les

1. Nous ne parlons ici que de l'action directe des courants interrompus car par action reflexe, ils arrivent dans bien des cas à activer la circulation. Voir plus loin, p. 327.

autres, tout en agissant sur la contractilité des vaisseaux, ne déterminent point de contraction spasmodique, et par conséquent facilitent le cours du sang, au lieu de l'arrêter.

De l'influence de la direction des courants continus sur la circulation.

Jusqu'à présent, nous avons considéré la direction des courants continus comme indifférente à leur influence sur la circulation. Nous avons toujours supposé, pour ne pas compliquer l'exposition des expériences, que nous employons la même direction, et nous avons omis d'ajouter que, quelquefois, les courants continus, loin d'augmenter la circulation, la diminuaient. Cette différence d'action est due à la différence de direction, et il nous reste à déterminer ces divers phénomènes.

Dans un circuit fermé, on sait que le courant se transmet du pôle positif au pôle négatif ; le courant est donc centrifuge ou centripète, descendant ou ascendant, selon que le pôle positif est placé près de la moelle et le pôle négatif à la périphérie, ou que le pôle positif est placé à la périphérie, et le pôle négatif près de la moelle.

Exp. XXVIII. — Grenouille, examen microscopique de la membrane palmaire pendant l'électrisation. Le *courant centrifuge ou descendant* ne détermine aucun resserrement des artérioles; la circulation augmente, et au bout de peu d'instants, les artères ont augmenté de volume, et tout le réseau capillaire fonctionne avec rapidité. *En changeant alors la direction* des courants, les artères se rétrécissent ; il arrive moins de sang ; les globules circulent très vite, mais presque un à un, et au bout de quelque temps, la circulation, sans s'arrêter complètement, est moins active. En employant alors de nouveau le *courant centrifuge*, la circulation s'accélère immédiatement. Le diamètre d'une artériole, mesuré au moyen du micromètre, a 0,015 de millimètre. Avant l'électrisation par le courant centrifuge,

son diamètre était de 0,008 de millimètre. Le courant centripète rétrécit l'artère, qui n'est plus que de 0,004 de millimètre.

Ces phénomènes se présentent identiques pendant une longue série d'observations et d'alternatives de courants. Au bout d'une heure et demie d'expériences, ils deviennent moins accentués, mais ils reparaissent si on laisse reposer l'animal pendant quelque temps.

Cette même expérience a été répétée un très grand nombre de fois sur des grenouilles en donnant toujours les mêmes résultats. Elle a été présentée par nous à la Société de biologie, où la plupart des membres de cette Société l'ont constatée. Nous l'avons répétée sur le mésentère de la grenouille et sur celui des salamandres, et nous avons toujours vu les mêmes phénomènes. Si nous ne relatons pas toutes ces expériences, c'est qu'elles se ressemblent toutes et qu'elles finiraient par encombrer l'exposition des résultats que nous avons obtenus. Nous ne tenons, par conséquent, qu'à mentionner les expériences types.

Les conditions de cette expérience peuvent être variées selon que l'on agit sur des membres entiers ou sur des membres dont les nerfs ont été mutilés. Les résultats changent évidemment selon ces différents cas.

Exp. XXIX. — Sur une grenouille à laquelle, quatre jours auparavant, on avait coupé à gauche le nerf sciatique, et chez laquelle, dès le deuxième jour, il s'était formé dans cette jambe un œdème considérable, on constate l'absence de la sensibilité. La circulation, examinée au microscope, est assez active ; elle n'est point ralentie par le courant centripète ; le courant centrifuge augmente la circulation, mais *il n'existe pas de différence marquée entre les deux courants.*

Exp. XXX. — Sur une grenouille chez laquelle on avait, quatre jours auparavant, coupé tous les filets qui se rendent du ganglion cœliaque au nerf sciatique de la jambe gauche, on examine la circulation de la membrane palmaire. La circulation se fait très lentement, mais les capillaires sont très engorgés. La circulation est très active dans la patte opposée.

Le courant centrifuge détermine dans la patte gauche uue circulation plus active ; mais *dans le commencement, le courant centripète augmente également la rapidité de la circulation.* Les vaisseaux étant engorgés, se rétré-

cissent plus activement sous l'influence du courant centripète; les globules circulent plus vite dans les artères, et en même temps le cours du sang s'accélère dans les veines. Cette première impulsion une fois donnée, le courant centrifuge détermine une circulation plus grande.

La sensibilité de la patte est parfaitement conservée. La grenouille pousse un cri chaque fois qu'on applique le courant centripète ; elle reste calme pendant l'électrisation avec le courant centrifuge.

Exp. XXXI. — Sur une grenouille dont la moelle a été coupée il y a six jours, et chez laquelle les mouvements réflexes sont très prononcés, on examine la circulation de la membrane palmaire au microscope. La différence des courants est très marquée ; toujours le courant centrifuge augmente le diamètre des artères et accélère la circulation, tandis que le courant centripète rétrécit les artérioles et ralentit la circulation.

Dans ces différents cas, en électrisant un membre postérieur de grenouille, *on n'agit point sur la contraction du cœur*, comme nous nous en sommes assurés plusieurs fois en comptant le nombre des battements, avant l'électrisation et pendant l'électrisation. Ces phénomènes sont donc bien dus à l'action des vaisseaux périphériques ; *on les retrouve d'ailleurs chez les animaux à sang chaud.*

Exp. XXXII. — On examine au microscope le mésentère d'un rat. Le courant centrifuge (c'est-à-dire le pôle positif placé dans l'abdomen près des ganglions cœliaques, et le pôle négatif, placé sur l'anse intestinale) détermine une accélération de la circulation. Le courant inverse ou centripète (le pôle positif sur l'anse intestinale et le pôle négatif du côté des ganglions) rétrécit l'artère et ralentit la circulation sans jamais l'arrêter complètement.

En examinant une artériole à un fort grossissement, on voit parfaitement *des mouvements et des alternatives de resserrement et de dilatation dans la paroi artérielle.*

Exp. XXXIII. — Sur un cochon d'Inde, on rase les poils de l'oreille et l'on examine une artère de l'oreille à l'œil nu. Le courant centrifuge dilate l'artère et augmente la vascularité de toute l'oreille ; le courant centripète rétrécit l'artère et diminue la quantité de sang qui circule dans les vaisseaux de l'oreille.

Exp. XXXIV. — Sur un lapin albinos, on examine les vaisseaux de l'oreille qui paraissent très transparents. A l'œil nu, on voit parfaitement des alternatives de dilatation et de resserrements des artérioles (de 5 à 10 par minute). En électrisant avec des courants continus et en mettant le pôle positif sous la peau du cou et le pôle négatif sur l'oreille, ce qui donne un courant centrifuge, on obtient une dilatation très prononcée des artérioles et des capillaires. En même temps la température augmente du côté électrisé ; cette différence de température est même très sensible à la main. En électrisant avec le courant opposé, c'est-à-dire avec un courant centripète, on observe un resserrement des artérioles et une grande pâleur de l'oreille. La température, primitivement plus élevée que celle du côté opposé, dimi-

nue peu à peu, et la différence de température entre les deux côtés finit par disparaître. En mettant le sympathique à nu et en plaçant directement un des pôles sur le nerf et l'autre à la périphérie, on obtient les mêmes résultats, c'est-à-dire une dilatation des vaisseaux avec le courant centrifuge, et un resserrement avec le courant centripète.

Cette expérience a été répétée plusieurs fois et sur plusieurs lapins, en donnant toujours les mêmes phénomènes.

Nous devons répondre à une objection qui nous a été faite, objection d'autant plus importante, qu'elle se fonde sur des expériences contradictoires, et qu'elle émane du professeur Vulpian qui s'exprime ainsi :

« Ainsi que j'ai déjà dit, il résulte des recherches de MM. Legros et Onimus que, lorsqu'on fait passer des courants galvaniques dans un nerf contenant des fibres vaso-motrices, les courants ascendants, c'est-à-dire ceux dans lesquels on place le pôle négatif près du centre, le pôle positif près de la périphérie, feraient contracter les vaisseaux. Les courants descendants, c'est-à-dire dont les pôles seraient placés à l'inverse des précédents, les feraient dilater.

» Or les expériences que nous avons répétées, avec M. Carville, sur la membrane interdigitale de la grenouille, dans la condition la plus favorable, puisque nous désirions vivement voir les phénomènes signalés par ces expérimentateurs, ne nous ont pas donné les résultats que nous attendions. Lorsque nous *électrisions les nerfs lombaires* d'une grenouille en examinant au microscope la membrane interdigitale du même côté, les courants galvaniques continus produisaient le même résultat, moins accusé toutefois que les courants interrompus, ou bien ils ne produisaient rien. Les courants descendants ne nous ont jamais paru produire un effet de dilatation vasculaire dans ces conditions. Ces courants, dans nos expériences, faisaient resserrer les vaisseaux plus sûrement que les courants inverses.

» Quant aux expériences dans lesquelles MM. Legros et Onimus agissent avec les courants continus au travers de la peau et des parties sous-jacentes, il est clair qu'elles ne peuvent pas avoir une valeur bien grande pour prouver que telle sorte de courant agit par les nerfs vaso-moteurs et fait contracter les vaisseaux, et que telle autre sorte de courant, agissant sur ces mêmes nerfs, amène la dilatation de ces mêmes vaisseaux. Non seulement on n'est pas autorisé à croire qu'on agit ainsi sur ces nerfs, mais de plus on détermine des excitations de tous les tissus compris dans le courant, de la peau entre autres, et cette excitation peut provoquer des dilatations vasculaires réflexes qui viennent compliquer les résultats. »

Nous avons une objection principale à faire à M. Vulpian, c'est qu'en voulant faire ses expériences plus rigoureuses, il les rend justement moins exactes. En agissant, en effet, *directement* sur les nerfs, avec des courants continus, il détermine, quelque court que soit le passage du courant, une action électrolytique qui influe alors sur l'excitation du nerf. Il y a aussitôt au pôle positif production d'acides libres et d'alcalis au pôle négatif; ce sont ces actions chimiques qui sont alors la cause de l'excitation et non le passage du courant. Or tout le monde sait qu'en mettant des acides très étendus et des alcalis sur des filets nerveux, il se produit une excitation et par suite une contraction durable des fibres musculaires; et c'est pour cela que M. Vulpian, ainsi que M. Chauveau dans leurs expériences, ont obtenu uniquement le resserrement des vaisseaux, et, de plus, ce resserrement était plus considérable avec le courant descendant, parce que le pôle négatif, dont l'action chimique est la plus active, est, dans ce cas, plus rapproché des vaisseaux périphériques.

Lorsqu'on veut étudier l'influence d'un courant continu sur n'importe quel nerf, il ne faut donc pas se contenter de placer les électrodes *directement* sur les nerfs, car l'action électrolytique a alors trop d'influence. Pourquoi d'ailleurs ne pas agir à travers des tissus? Le courant pénètre fort bien jusqu'aux filets nerveux, et, pour juger les effets thérapeutiques, il faut même absolument agir de cette façon, car chez l'homme on n'électrise jamais directement un nerf, et l'on fait toujours passer le courant au travers de la peau et des parties sous-jacentes.

Quant aux excitations réflexes, nous croyons bien qu'elles existent, et c'est peut-être à leur influence qu'est due la différence d'action des courants descendants et des courants ascendants; mais cela n'empêche pas cette différence d'exister.

Cette différence est très manifeste dans un grand nombre de cas, et l'on peut l'observer très facilement soit au microscope, soit sur l'oreille d'un lapin blanc. Longet, dans son cours de physiologie à la Faculté de médecine, avait même fait construire un petit appareil pour montrer ces faits aux élèves, et il a répété plusieurs fois cette expérience avec nous. Quelquefois cependant cette différence entre les courants ascendants est moins tranchée, et surtout elle ne se maintient pas pendant un temps très long, mais on peut dire, néanmoins, et d'une façon générale, que les courants continus selon leur direction, n'ont pas sur les phénomènes circulatoires une influence identique.

De l'influence des différents courants électriques sur la tension artérielle et sur la tension veineuse.

Il nous reste pour mieux démontrer l'action des courants sur les phénomènes de la circulation, à examiner

les variations de tension artérielle qu'ils déterminent.

On sait, d'après de nombreuses expériences, que les courants d'induction élèvent brusquement et rapidement la tension artérielle, mais qu'au bout de quelque temps cette tension tend à baisser. Pour la tension veineuse, les courants d'induction, après une légère élévation, la font toujours baisser au-dessous du point primitif. L'influence des courants continus sur la tension artérielle et veineuse n'a pas encore été faite, et elle présente dans son étude une complication plus grande, la direction des courants étant importante à examiner. Nous allons relater l'une après l'autre les expériences que nous avons faites.

Les courants continus ont toujours été fournis par dix à quatorze éléments Remak, mais le courant était rarement appliqué directement sur les nerfs.

Variation de tension artérielle.

Exp. XXXV. — Sur un lapin, on isole au cou le grand sympathique. On le fixe au moyen d'un fil passé au-dessous de lui mais qui ne comprime point le nerf. On prend la tension artérielle dans la carotide, bout périphérique. La pression est très faible et les battements à peine appréciables. On électrise le grand sympathique avec des courants continus à direction centrifuge, et la pression augmente de 2 centimètres de mercure. Elle reste à ce niveau en oscillant entre une élévation de 1 à 2 centimètres. *L'ascension s'est faite lentement, et l'augmentation de pression dure tout le temps de l'électrisation.* Au moment où l'on cesse l'électrisation, il y a une légère ascension la pression se maintient encore pendant quelque temps, puis elle baisse lentement. Les courants continus, à direction centripète, déterminent au premier instant une augmentation de la pression, mais peu à peu elle descend d'un demi-centimètre et se maintient à ce niveau.

Exp. XXXVI. — Sur deux lapins très affaiblis par des opérations précédentes, on prend la pression artérielle dans la carotide. L'hémodynamomètre est rempli d'eau, et les oscillations sont peu apparentes. Les courants continus donnent au commencement, en électrisant le grand sympathique une légère élévation de la pression ; mais bientôt ils n'ont plus d'action, et ne déterminent ni élévation ni abaissement.

Les courants interrompus font chaque fois monter la pression de plu-

sieurs centimètres ; cette augmentation se maintient quelque temps, puis la pression diminue peu à peu.

Exp. XXXVII. — Sur un lapin, on découvre le sympathique au cou du côté gauche, et l'on introduit la canule de l'hémodynamomètre dans le carotide du même côté, bout périphérique. En mettant les pôles sur le nerf et en faisant agir un courant centrifuge, on obtient une élévation de tension de 2 à 3 centimètres de mercure. Le courant centripète, après une légère augmentation de tension, maintient le niveau qui existait avant son application. Au lieu de mettre les deux pôles sur le nerf sympathique, si l'on place le pôle positif sur le nerf et le pôle négatif dans la bouche, on obtient un abaissement de tension de 1 à 1 centimètre et demi de mercure.

Exp. XXXVIII. — Sur un lapin, on met le sympathique à découvert du côté gauche, et l'on prend la tension dans la carotide à droite, bout périphérique. En électrisant le sympathique avec un courant centrifuge, on obtient une élévation de la tension de 2 à 3 centimètres. En cessant l'électrisation, le niveau du mercure baisse lentement. Le courant centripète fait baisser le mercure de près de 1 centimètre et le maintient tout le temps au même niveau. Le courant centrifuge, employé de nouveau, fait monter la pression ; le courant centripète la fait baisser légèrement.

On laisse reposer l'animal un instant, et on l'électrise de nouveau. La différence entre les deux directions devient moins manifeste ; le courant centripète fait monter légèrement la tension. Le sang venant à se coaguler, on cesse l'expérience.

Exp. XXXIX. — Sur un lapin, on met à découvert le sympathique, et la carotide du même côté. On prend la tension du bout périphérique de la carotide, et l'on électrise le sympathique. Le courant centripète fait d'abord monter la tension ; elle se maintient quelque temps à ce niveau supérieur, puis elle baisse peu à peu. Le courant centrifuge fait d'abord monter la tension progressivement ; elle s'élève de 3 à 4 centimètres. On cesse l'électrisation ; la tension reprend son niveau primitif ; le courant centripète, appliqué de nouveau, fait monter la tension de 2 centimètres ; elle se maintient au même niveau pendant quelques instants, puis elle descend lentement.

Sur ce même lapin, on prend la tension de l'artère crurale, bout périphérique, et l'on électrise le membre au moyen de deux plaies faites, l'une à la partie supérieure, l'autre à la partie inférieure du membre. *Le courant centrifuge détermine une élévation de la pression ; le courant centripète, après une légère élévation, fait baisser la pression lentement et progressivement.*

Exp. XL. — Sur un chien de petite taille, on isole le sympathique et le pneumogastrique réunis ; on place la canule de l'hémodynamomètre dans le bout périphérique de la carotide du même côté, et l'on prend la tension. En appliquant directement les deux pôles sur le nerf, et en employant un courant centrifuge, on produit une élévation de 1 centimètre et demi de mercure. Le courant centripète détermine un abaissement assez immédiat de la tension.

En plaçant le pôle positif sur le nerf et en mettant le pôle négatif dans la gueule, on obtient une diminution de pression. On obtient, au contraire, une augmentation de pression, lorsqu'on met le pôle négatif sur le nerf et le pôle positif dans la gueule.

Exp. XLI. — Sur un chien sain et d'assez petite taille, on met le sympathique et le pneumogastrique à nu; on prend la tension dans le bout phériphérique de la carotide. L'électrisation donne les mêmes phénomènes que dans l'expérience ci-dessus; c'est-à-dire qu'en *appliquant les pôles directement sur le nerf, le courant centrifuge donne lieu à une élévation de tension, tandis que le courant centripète détermine une diminution de la tension.*

Comme précédemment, si, au lieu de maintenir les deux pôles sur le nerf on laisse le pôle positif sur le nerf, et si l'on place le pôle négatif dans la gueule, au lieu d'obtenir une élévation de tension, comme on pourrait le supposer (car, par rapport à la tête, ce courant semble être centrifuge), on obtient un abaissement de la pression. Le pôle négatif étant placé sur le nerf, et le le pôle positif étant mis dans la gueule, on obtient une élévation de la pression.

Il est probable que, lorsqu'on met un des pôles dans la gueule, *on électrise la base du cerveau* et l'on obtient alors, par rapport aux nerfs, des directions autres qu'en agissant directement au cou sur les nerfs sympathiques et pneumogastriques.

Exp. XLII. — Sur un chien épuisé par une grande hémorrhagie, on met à nu le pneumogastrique et le sympathique, et l'on introduit la canule de l'hémodynamomètre dans le bout périphérique de la carotide.

Le niveau du mercure est de 130 millimètres. Le courant centrifuge le fait tout d'abord descendre à 125, puis il remonte peu à peu à 130, à 135, à 140 millimètres. Le courant centripète fait d'abord monter la pression à 140 millimètres, puis elle redescend peu à peu jusqu'à 125. En mettant le pôle positif sur le nerf et le pôle négatif dans la gueule, on fait monter la pression jusqu'à 145, puis peu à peu redescendre jusqu'à 130 millimètres.

On laisse reposer l'animal, et en électrisant de nouveau, on obtient les résultats suivants : le courant centrifuge fait monter la pression, qui était à 140 millimètres, à 150 millimètres; le courant centripète *fait monter brusquement* à 150 millimètres, puis la pression redescend à 135 millimètres.

Exp. XLIII. — Sur un chien sain et robuste, on isole au cou la carotide droite et le sympathique du côté gauche. On parvient à séparer le sympathique du pneumogastrique auquel il est accolé, et l'on électrise le sympathique seul. La tension au manomètre du bout périphérique de l'artère carotide est de 110 millimètres. Les courants centrifuges, appliqués sur le sympathique du côté opposé, font monter la tension à 125 millimètres. Les courants centripètes la font descendre à 102. En électrisant le sympathique uni au pneumogastrique du côté droit, les courants centrifuges font monter la pression à 130 millimètres. Les courants centripètes la font descendre à 95 millimètres.

Exp. XLIV. — Sur un chien sain, on introduit la canule du manomètre dans le bout périphérique de la carotide droite. On coupe et l'on électrise le sympathique uni au pneumogastrique du côté opposé. La pression était, avant l'électrisation, de 128 millimètres. *Les courants centrifuges la font monter à* 138 *millimètres; les courants centripètes déterminent d'abord une élévation de tension qui va jusqu'à* 142 *millimètres, et qui peu à peu redescend à* 125 *millimètres;* elle se maintient à ce niveau.

Cette expérience, répétée une seconde fois, donne les mêmes résultats.

En plaçant le pôle positif dans la bouche et le pôle négatif sur la plaie du cou, la tension reste au même niveau. En plaçant le pôle positif sur la plaie du cou et le pôle négatif dans la bouche, la tension monte de 15 millimètres.

Exp. XLV. — Sur un chien de très forte taille et auquel on a injecté dans la trachée 10 centigrammes de chlorhydrate de morphine, le manomètre est placé dans la carotide du côté du cœur.

La pression, avant l'empoisonnement, était de 250 millimètres au maximum et de 200 au minimum. Après l'empoisonnement, la pression est de 230, 200, 190 millimètres.

Le courant allant du bout coupé du pneumogastrique vers le cœur, maintient la pression à 220 millimètres. Les courants interrompus la font descendre à 205 millimètres, et arrêtent les mouvements du cœur.

Chez le même chien, toujours sous l'influence de la morphine, on prend la pression dans le bout périphérique de l'artère fémorale, et l'on électrise ce membre par des plaies faites à la partie supérieure et à la partie inférieure du membre. La pression normale est de 125 millimètres. Le courant centrifuge la fait baisser à 115. Après la cessation de l'électrisation, la pression remonte à 135.

Le sang s'étant coagulé, on enlève l'appareil, que l'on remet au bout d'un quart d'heure. La pression normale est de 80 millimètres. Le courant lcntripète fait descendre la pression à 60 millimètres. On cesse l'électrisation, et la pression remonte à 70 millimètres.

Le courant centripète, appliqué de nouveau, fait monter la pression à 95 millimètres. On cesse d'électriser, la pression revient à 75 millimètres Le courant centrifuge fait descendre la pression à 60 millimètres, et après son action la pression revient à 75 millimètres.

Ces expériences, répétées encore plusieurs fois, donnent toujours le même résultat, et l'on voit qu'ici on obtient presque le contraire de ce que l'on observe ordinairement. Il est permis de supposer que la grande quantité de morhine injectée a dû influer sur les résultats de l'électrisation.

Exp. XLVI. — Sur un chien de forte taille, on prend la pression du bout périphérique de l'artère fémorale; elle est de 60 millimètres. On électrise le membre avec des courants continus, et le courant à direction centrifuge fait monter lentement et progressivement la pression à 75 millimètres. Le courant à direction centripète fait monter brusquement la pression à 80 millimètres; elle se maintient quelque temps à ce niveau, puis elle redes-

cend à 70 millimètres. *Les courants interrompus font monter la pression très rapidement, mais au bout de fort peu de temps, la pression redescend et arrive à un niveau assez bas.*

Exp. XLVII. — Sur un chien de petite taille, on découvre la moelle au niveau de la troisième et de la quatrième vertèbre dorsale, et on la coupe en travers. En électrisant la portion supérieure avec des courants continus, les mouvements respiratoires deviennent très profonds. La pression prise dans la carotide du côté du cœur est très faible; elle est de 30 millimètres. Le courant, dirigé de la coupe de la moelle à sa partie supérieure, c'est-à-dire le pôle positif placé à la plaie faite à la moelle et le pôle négatif placé plus haut sur la moelle saine, *détermine une augmentation de pression; elle monte à 38 milimètres. Le courant, dirigé en sens inverse, fait baisser la pression à 25 millimètres.*

Sur le bout inférieur de la moelle, le pôle positif placé sur la coupe de la moelle et le pôle négutif placé plus bas sur la moelle saine, fait monter la pression à 40 millimètres. Le courant en sens inverse détermine un léger abaissement de la pression. On emploie alors les courants d'induction; ils déterminent d'abord une ascension notable, mais, assez rapidement après un abaissement très considérable.

Exp. XLVIII. — Sur un chien qui, précédemment, avait déjà subi une opération au cou, on introduit une canule dans l'artère crurale pour prendre la tension. On enfonce un des pôles dans la moelle au niveau de la deuxième vertèbre lombaire, et l'on place l'autre pôle sur la plaie de la jambe.

Le pôle positif étant sur la moelle et le pôle négatif étant sur la plaie de la jambe, la tension baisse d'abord légèrement, puis elle s'élève de 20 à 30 millimètres de mercure. Le courant inverse, c'est-à-dire le pôle positif placé sur la jambe et le pôle négatif sur la moelle, détermine d'abord une légère élévation de la pression, puis il la fait descendre de 15 millimètres. Une seconde application donne les mêmes résultats; mais l'abaissement déterminé par le courant centripète a été suivi pendant un instant d'une évaluation bien marquée.

Les courants centripètes paraissent bien plus douloureux que les courants centrifuges.

Variation de tension veineuse.

Exp. XLIX. — Sur un lapin, on sectionne le grand sympathique au cou du côté droit. Trois quarts d'heure après on introduit la canule de l'hémodynamomètre dans la veine jugulaire. La tension veineuse est très faible, elle oscille entre 30 et 40 millimètres d'eau. L'électrisation du grand sympathique détermine une ascension de 10 à 15 millimètres. Chaque fois que l'on cesse l'électrisation la tension baisse, et elle remonte régulièrement quand on électrise le grand sympathique. Cet animal avait perdu beaucoup de sang pendant l'opération.

Exp. L. — On met le grand sympathique à nu chez un lapin, sans le couper, et l'on prend la pression dans la veine jugulaire. En mettant le pôle positif sur le sympathique et le pôle négatif sur l'oreille du même côté, on obtient une élévation constante et progressive de la tension. Toujours dans les autres cas, la tension reste au niveau primitif; elle ne monte ni ne descend.

Exp. LI. — Sur un lapin, on prend la tension de la veine jugulaire sans isoler le grand sympathique. En mettant le pôle positif dans la bouche et le pôle négatif sur la plaie du cou, on obtient une élévation de tension régulière de 60 millimètres d'eau. En mettant le pôle négatif dans la bouche et le pôle positif sur la plaie, la tension reste au même niveau, sans élévation ni abaissement.

Exp. LII. — Sur un lapin, on prend la tension de la veine jugulaire et l'on met le sympathique à nu. L'électrisation du grand sympathique avec des courants continus à direction centrifuge détermine chaque fois une élévation de la tension veineuse. Le courant centripète n'apporte aucun changement.

Exp. LIII. — Sur un chien, on introduit la canule de l'hémodynamomètre dans la veine crurale, et l'on met le nerf sciatique à nu.

La tension veineuse augmente chaque fois qu'on irrite mécaniquement le nerf. Au commencement, élévation très forte de la tension lorsqu'on électrise le nerf sciatique, soit avec des courants interrompus, soit avec des courants continus. L'animal crie beaucoup et se débat, quoiqu'il soit sous l'influence du chloroforme. L'eau monte dans le tube par secousses. Lorsque l'animal est plus tranquille et qu'il est un peu fatigué, on obtient avec les courants interrompus une augmentation de la tension, mais cette *augmentation se fait par soubresauts.* La tension se maintient plus élevée qu'à l'état normal.

Avec des courants continus, la tension augmente; mais, au lieu de se faire par secousses, elle a lieu lentement et graduellement, l'animal restant calme.

Exp. LIV. — Sur un chien jeune et robuste, on met le sympathique uni au pneumogastrique à nu d'un côté, et on le sectionne. Hémorrhagie très abondante en voulant introduire la canule dans la veine jugulaire. La tension veineuse est de 200 millimètres d'eau. Il y a des pulsations et une légère élévation de la tension à chaque expiration; à chaque inspiration il y a un léger abaissement de la tension.

Lorsqu'on électrise le grand sympathique, au moyen de courants continus, on obtient une élévation de tension qui varie de 20 à 70 millimètres d'eau. Cette élévation ne se fait pas tout d'un coup, mais progressivement. Souvent, au premier instant, il y a un léger abaissement, et la colonne d'eau continue encore à monter pendant quelque temps lorsqu'on a cessé l'électrisation; puis elle recommence à baisser, mais elle se *maintient toujours à un niveau plus élevé qu'au commencement de l'expérience.*

Les pulsations sont plus prononcées pendant l'électrisation. Les mouvements et les cris font en général augmenter la tension ; mais le maximum obtenu par l'électrisation ne peut se maintenir lorsqu'on cesse l'électrisation, malgré les cris de l'animal, et la contraction provoquée de plusieurs muscles. Le courant centrifuge détermine une élévation plus grande de la tension que le courant centripète. Ce dernier détermine même souvent un abaissement de la tension.

Exp. LV. — Sur une chienne âgée, on introduit la canule de l'hémodynamomètre dans la veine jugulaire. Le grand sympathique uni au pneumogastrique avait été coupé du même côté une heure auparavant. La pression veineuse est de 130 à 140 millimètres d'eau. On électrise le sympathique avec des courants continus, et la pression monte lentement. L'animal reste calme pendant cette élévation de pression. *Le courant centrifuge fait monter la pression de* 10 *à* 15 *millimètres de plus que le courant centripète.* Les courants d'induction déterminent d'abord une élévation de pression de 70 millimètres ; puis, en continuant l'électrisation, la pression diminue et tombe au-dessous de son niveau primitif.

En triturant le nerf entre les mors d'une pince, la pression monte rapidement.

Exp. LVI. — Chez un chien robuste, on trépane le crâne. *En mettant le pôle positif sur la portion du cerveau mis à nu et le pôle négatif sur la plaie du cou, on détermine un resserrement des vaisseaux et le cerveau s'affaisse légèrement. En mettant le pôle positif sur la plaie du cou et le pôle négatif sur le cerveau, on observe une injection des capillaires cérébraux, et le cerveau fait hernie à travers l'ouverture pratiquée sur la voûte crânienne.*

Conclusions cliniques.

Les nombreuses expériences que nous venons de relater nous montrent, d'un côté, une différence essentielle dans la contraction des artérioles, selon que cette contraction est spasmodique, tétanique, ou qu'elle est péristaltique. Elles prouvent, d'un autre côté, qu'en déduisant de l'action des courants d'induction, l'action physiologique des fibres-cellules des artérioles, on tombe dans une erreur inévitable qui a pour cause l'action toute spéciale de ce mode d'excitation.

Ces deux modes de contraction des vaisseaux périphéri-

ques, contraction d'ensemble et contraction péristaltique, ont dans la pathologie et dans la thérapeutique, une importance capitale, et donnent des phénomènes pathologiques une explication plus satisfaisante que la plupart des hypothèses admises jusqu'ici.

Les courants interrompus par exemple peuvent être employés chaque foi s qu'il s'agira d'arrêter une hémorrhagie : c'est ainsi qu'ils ont été employés avec succès dans des hémorrhagies utérines. Dans bien d'autres circonstances du même genre, ils pourraient rendre de grands services. Mais il est important de se rappeler toujours que, dès qu'on cesse l'électrisation, la circulation peut se faire plus abondamment, comme le prouve une expérience que nous avons relatée. Sous l'influence d'un courant d'induction appliqué sur le sympathique, les artères se rétrécissent et la température baisse. En cessant l'électrisation, les artères reparaissent peu à peu, et finalement, deviennent plus grosses qu'avant l'opération et en même temps la température s'élève.

Il nous paraît impossible d'expliquer ces faits autrement que par un relâchement des fibres musculaires des artérioles, relâchement qui succède toujours à une contraction violente et prolongée de ces mêmes fibres. Tout élargissement du calibre des vaisseaux amène toujours une plus grande quantité de sang dans les parties périphériques, et par conséquent en augmente la température.

Duchenne (de Boulogne) pour expliquer l'influence des courants induits sur la circulation a cherché à établir une théorie peu probable. Il part de cette hypothèse qu'il y a des nerfs *constricteurs* des vaisseaux et des nerfs *dilatateurs* de ces mêmes vaisseaux, et il donne comme preuve cette considération générale, que « toute action muscu-

laire doit avoir son antagonisme et que cette loi doit aussi exister pour les muscles à fibres lisses comme pour les muscles striés ». Cela est vrai, en général, pour les muscles des membres et du tronc, car les mouvements de l'animal peuvent se faire dans tous les sens, mais cela est complètement erroné pour les organes de vie végétative. Il n'y a pas de muscles antagonistes, ni pour le cœur, ni pour la vessie, ni pour les intestins, ni pour les vaisseaux. Comme nous le dirons en étudiant, d'une manière générale, les fibres lisses, la seule influence qui agisse en sens inverse de la contraction de ces fibres lisses et qui ramène les tubes à leur calibre normal, est celle du tissu élastique qui se trouve dans les parois.

Cette théorie des nerfs dilatateurs a été proposée pour la première fois par M. Schiff. Mais nous ferons remarquer tout d'abord que l'anatomie ne justifie en rien cette hypothèse ; aussi M. Schiff est le premier à dire qu'il y a quelque chose d'inexplicable dans cette théorie, et il ne sait donner une origine anatomique aux prétendus nerfs dilatateurs. Cette hypothèse a eu surtout pour but de chercher à expliquer certains phénomènes de congestion active, qui ne pouvaient l'être dans la paralysie des nerfs vaso-moteurs. Nous avons montré plus haut que plusieurs de ces phénomènes dépendaient non de l'action des nerfs dilatateurs, mais de la contraction autonome des artérioles.

On sait, par exemple, que la galvanisation de la corde du tympan produit dans la glande sous-maxillaire une augmentation considérable de la circulation et de la sécrétion. L'explication de ce fait est bien difficile d'après les théories généralement admises : on a dit d'abord que l'irritation de la corde du tympan agissait sur les cellules nerveuses disséminées dans la glande, et que ces cellules réagissaient par

action réflexe sur les nerfs vaso-moteurs en les paralysant; puis on a prétendu que l'irritation de ce filet nerveux dilatait activement et directement les vaisseaux.

Nous dirons simplement que la faradisation de la corde du tympan provoque, dans la glande sous-maxillaire, une excitation analogue à celle que produit une goutte de vinaigre sur la langue, et par action réflexe une activité plus grande des contractions autonomes des artères, par conséquent un afflux de sang plus considérable; c'est pour la même raison que certaines névralgies s'accompagnent de rougeur et d'une activité plus grande de la circulation et des sécrétions.

L'expérience principale sur laquelle insiste M. Schiff pour la démonstration de son hypothèse ne nous semble pas remplir son but; cet habile physiologiste, après avoir sectionné d'un côté le sympathique cervical du lapin, place l'animal dans une étuve chauffée à 30° ou 40° et constate, après quelque temps, que l'oreille du côté où le sympathique est intact est plus chaude que l'autre, c'est-à-dire l'interversion du phénomène habituel. M. Schiff en tire des conclusions pour sa théorie des nerfs dilatateurs, dont l'action serait surexcitée par la chaleur, du côté où le nerf n'est pas coupé (notons qu'ici il faut admettre que le sympathique contient à la fois les nerfs constricteurs et dilatateurs). Mais nous ne voyons pas pourquoi la chaleur exagérerait l'effet des nerfs dilatateurs aux dépens des constricteurs; la chaleur ne doit pas agir d'une façon sur les premiers et d'une autre façon sur les seconds, et de l'antagonisme de ces nerfs résulterait un état moyen de dilatation vasculaire sous l'influence du même excitant; or, on obtient une turgescence énorme. On peut donner à cette expérience une interprétation plus acceptable; la chaleur de l'étuve favorise les fonctions vaso-motrices et les contrac-

tions successives des fibres-cellules; comme celles-ci ne peuvent s'exercer que sur l'oreille dont l'innervation est conservée, la température s'élève de ce côté, et reste stationnaire du côté opéré; il en est de même pour plusieurs autres causes d'excitation. A la suite de la section du sympathique, la température est augmentée, mais elle n'atteint pas le degré que l'on peut observer lorsque les fonctions vaso-motrices sont activées.

Nous pensons donc que les nerfs dilatateurs des vaisseaux n'existent pas plus que les dilatateurs de l'intestin; en tout cas, il est certain que les tissus propres à la dilatation active des artérioles ont échappé à tous les anatomistes et n'ont été imaginés que pour les besoins de la théorie.

Il est donc impossible d'admettre que les courants d'induction puissent augmenter la circulation en élargissant directement le diamètre des vaisseaux.

Mais si, au lieu de considérer l'action directe des courants d'induction, on étudie l'influence qu'ils exercent par la contraction des muscles des membres et celle qu'ils produisent par action réflexe, on voit qu'ils augmentent *indirectement* la circulation.

On sait, en effet, que la contraction des muscles des membres est accompagnée d'une circulation plus grande dans l'intérieur du muscle. Mais pour obtenir cet effet, il faut déterminer une succession de contractions et de repos; il faut en un mot que le muscle, se relâchant, ne comprime plus les vaisseaux qu'il renferme. Le passage des courants induits ne doit pas être prolongé, sans cela on obtient la contracture du muscle, et par suite, une compression des vaisseaux.

En second lieu, comme nous l'avons déjà dit, lorsque les courants induits viennent à être suspendus, les fibres mus-

culaires des vaisseaux qui ont été contractées énergiquement se relâchent, et aussitôt survient, comme dans la paralysie des nerfs vaso-moteurs, une circulation plus abondante. Aussi est-ce surtout immédiatement après la cessation de l'électrisation que la température est plus élevée pour les membres qui ont été traversés par des courants induits.

Nous ne nions donc nullement que les courants d'induction puissent augmenter la circulation, mais cette action n'est qu'indirecte.

Enfin, lorsqu'*on agit uniquement sur les nerfs sensitifs*, les courants induits produisent immédiatement un plus grand afflux de sang dans les parties électrisées ; et dans ces conditions la circulation est des plus actives.

C'est ainsi qu'en électrisant avec des courants induits la corde du tympan (Cl. Bernard), on produit dans la glande sous-maxillaire une augmentation considérable de la circulation et de la sécrétion. De même, lorsqu'on met à nu le nerf auriculo-temporal et qu'on électrise le bout central (Schiff), on obtient une turgescence très prompte de toute l'oreille. Le même phénomène a lieu en électrisant la plupart des nerfs sensitifs qu'on peut isoler (Loven, Vulpian, Dastre et Morat). Nous avons examiné ailleurs les différentes théories auxquelles ces faits ont donné lieu ; mais au point de vue clinique, il nous importe seulement de tenir compte du fait, quelle qu'en soit la cause.

Remarquons cependant que l'électrisation des membres au moyen des courants interrompus porte presque forcément sur toutes les parties ; les nerfs moteurs et les nerfs sympathiques sont atteints par le courant aussi bien que les nerfs sensitifs, et par conséquent l'effet consécutif le plus général est un resserrement des vaisseaux.

Il existe cependant un procédé d'électrisation avec les courants induits, dans lequel on agit surtout sur les nerfs sensitifs : c'est lorsqu'on électrise la peau avec des rhéophores secs, comme le pinceau métallique. Dans ce cas, la non-conductibilité de l'épiderme (lorsqu'il n'est pas humecté) empêche l'électricité de pénétrer dans l'intérieur des organes. On agit donc ainsi principalement sur les nerfs sensitifs cutanés, et l'excitation de ceux-ci, comme celle de nerfs sensitifs spéciaux et profonds, produit une circulation plus active et une élévation de température. MM. Brown-Séquard et Lombard ont observé d'ailleurs que la simple irritation des nerfs cutanés détermine, d'une manière active, l'élévation de température du membre irrité[1].

Les courants induits agissent donc d'une manière toute différente sur la circulation, selon leur mode d'application. Mais, dans le cas d'électrisation cutanée, ce n'est plus une action spéciale des courants électriques : l'électricité n'agit plus que comme mode d'irritation énergique et facile à manier; le pincement, les frictions, les sinapismes, etc., agissent de la même façon, mais dans des proportions moindres.

Duchenne a proposé l'électrisation cutanée dans les névralgies, les hyperesthésies cutanée et musculaire ; et c'est dans cette augmentation de la circulation, que nous trouvons la meilleure explication de l'action des médicaments dérivatifs. A. Becquerel avait parfaitement raison lorsqu'il soutenait que l'électrisation cutanée agissait dans les névralgies en produisant « une véritable hyperhémie capillaire qui, très probablement, doit jouer un rôle dans le déplacement de la douleur névralgique ».

1. *Archives de physiologie*, novembre-décembre 1868.

En résumé, les courants induits appliqués directement sur un membre, et d'après les méthodes ordinaires, déterminent le resserrement des artérioles, par leur action sur les nerfs vaso-moteurs, comme le prouvent les expériences physiologiques et les faits cliniques.

Ces mêmes courants électriques peuvent amener une augmentation de la circulation :

1° Immédiatement après leur application, probablement par épuisement momentané des fibres musculaires des artérioles ;

2° En produisant des contractions des muscles des membres, contractions qui sont toujours accompagnées d'un plus grand afflux de sang ;

3° En agissant sur les nerfs sensitifs.

On comprend, d'après ces données, que dans certaines conditions, les courants induits peuvent agir avantageusement sur la circulation d'un membre, et par suite sur la nutrition. Duchenne fils nous avait donc mal lu ou lu très incomplètement, lorsqu'il nous reprochait (*Gazette des hôpitaux*, avril 1869) de croire que la faradisation localisée n'agit sur la nutrition des muscles que par l'*action indirecte de la contraction musculaire*. L'exemple choisi par Duchenne fils n'est d'ailleurs pas bien heureux, car s'il est vrai « qu'à force de persévérance il est parvenu à triompher » d'une paralysie traumatique au moyen de courants induits, c'est justement dans ces cas qu'il est plus avantageux d'employer les courants continus pour lesquels la contractilité musculaire est conservée, et qui agissent en même temps bien plus énergiquement sur la nutrition générale.

Enfin, pour montrer l'influence directe des courants d'induction sur la circulation, Duchenne et plusieurs autres

médecins s'appuient sur la rubéfaction de la peau, aux endroits où sont appliqués les rhéophores.

Nous ferons d'abord observer que dans les premiers moments, on remarque plutôt la pâleur de la peau, et que la rubéfaction n'apparaît qu'un peu plus tard. On pourrait donc admettre dans ce cas, comme cela a été admis dans beaucoup de cas, qu'une contraction très forte des fibres-cellules des vaisseaux est bientôt suivie d'un relâchement de ces fibres. Ce fait d'ailleurs est incontestable, mais il faut encore tenir compte, dans ce cas, d'autres conditions sur lesquelles on n'a pas encore attiré l'attention.

Au-dessus et bien plus superficiellement que les vaisseaux sanguins, se trouve le réseau lymphatique. La coloration *rouge* du réseau vasculaire est donc *cachée ou atténuée* par la coloration *blanche* de la lymphe, et chaque fois que le réseau lymphatique est enlevé (plaie, eczéma, maladies diverses de la peau, etc.), on a une coloration rouge permanente de la peau.

Donc, lorsque le réseau lymphatique sera vide de lymphe, la peau paraîtra toujours rouge en ces points, et c'est, en effet, ce qu'on obtient dans plusieurs cas, lorsqu'en irritant les vaisseaux lymphatiques on les fait se contracter et chasser la lymphe qu'ils renferment.

Lorsqu'on promène vivement l'ongle sur la peau on obtient, au premier instant, une ligne blanche qui, aussitôt après, apparaît rouge. On a expliqué ce phénomène en admettant que les vaisseaux sont paralysés à la suite de cette excitation et après s'être contractés très fortement. Tout en admettant une partie de cette explication, nous sommes persuadés que la coloration rouge est due égalemment à l'absence de lymphe en ce point, car de même que les vaisseaux sanguins, les vaisseaux lymphatiques ont été irrités et ont

dû se contracter, et comme la circulation de la lymphe est bien plus lente que celle du sang, le sang est déjà revenu dans les capillaires, avant que le réseau lymphatique soit de nouveau rempli. La meilleure preuve de l'exactitude de cette explication, c'est que des deux côtés de la ligne rouge, il se forme deux lignes blanches un peu soulevées, et qui sont dues à l'accumulation en ces points de la lymphe chassée des parties voisines. Comme pour les vaisseaux sanguins, à une irritation très forte et à une contraction longtemps prolongée, peut succéder la paralysie des vaisseaux lymphatiques, et alors, surtout dans certains cas pathologiques, il survient aux points irrités une accumulation de lymphe qui peut même produire des vésicules.

C'est à notre ami M. le docteur Kœberlé que nous devons cette explication, qui nous paraît très exacte. C'est évidemment la seule théorie qui puisse rendre compte des phénomènes observés par M. Dujardin-Beaumetz, chez une hystérique (femme autographique) chez laquelle les caractères tracés sur la peau paraissaient en relief pendant plusieurs heures (*Union médicale*, 9 décembre 1879). Cette observation qui se rapproche de celle de Meninger et de plusieurs autres médecins montre bien qu'il y a souvent chez des femmes comme chez des hommes non des troubles vaso-moteurs sanguins, comme on le dit, *mais des troubles vaso-moteurs lymphatiques*.

Nous le répétons, il est évident que, dans ces cas, il faut avant tout, qu'il y ait du sang en grande quantité dans les capillaires sanguins, sans quoi la couleur rouge n'apparaîtrait pas. Mais nous croyons que cette couleur ne serait ni si prononcée ni si persistante, si, en même temps, les vaisseaux lymphatiques de la région cutanée, sur laquelle on agit, n'étaient contracturés et vides de lymphe. Dans tous

les cas, cette rubéfaction locale ne peut, en aucune façon, servir à démontrer l'influence directe d'un agent quelconque sur la circulation.

Nous avons laissé en grande partie ce chapitre tel que nous l'avons rédigé pour la première édition, et cela pour deux raisons, la première c'est que nous avons peu de chose à y changer au point de vue des lois que nous croyons régir les phénomènes de la circulation, et la deuxième, c'est qu'il est en même temps l'œuvre de notre regretté collaborateur. C'est en effet, Ch. Legros, qui, dès 1865 proposa la théorie de la contraction autonome des vaisseaux, et qui un des premiers vint jeter le trouble dans l'hypothèse si simple, d'un côté, de la contraction et de l'autre côté, de la dilatation des vaisseaux.

La première expérience était faite justement pour démontrer l'exactitude de cette théorie dans les phénomènes vasculaires les plus énergiques, ceux dans lesquels la congestion sanguine est la plus considérable, c'est-à-dire dans les tissus érectiles. Ch. Robin, se fondant sur les expériences de Cl. Bernard, venait de publier un mémoire où il expliquait les phénomènes de l'érection par la paralysie des nerfs vaso-moteurs, et c'était pour confirmer cette explication que Legros fit l'ablation, chez des dindons et chez des coqs, du ganglion cervical supérieur. Il croyait ainsi amener expérimentalement la turgescence des caroncules et de la crête, du côté opéré. Il fut tout étonné de trouver un résultat opposé; au lieu d'obtenir la turgescence de ces régions, il constata leur pâleur et leur affaissement.

Après avoir constaté que la section du sympathique ne déterminait pas l'érection, il espéra l'obtenir à coup sûr en excitant, avec un courant induit, les filets nerveux. Il

n'en fut rien, et il eut beau modifier la force et l'action de l'appareil d'induction, il ne put obtenir la moindre turgescence. Au contraire, les tissus pâlissaient et ce n'est qu'immédiatement après l'excitation électrique qu'il y avait, pendant quelque temps, un peu plus de congestion sanguine.

C'est à la suite de ces expériences, qui sont fondamentales pour les théories des phénomènes circulatoires, que Legros fit diverses recherches sur la structure des vaisseaux et spécialement des capillaires des tissus érectiles.

A cette même époque, nous étions pour ainsi dire en quête d'une explication satisfaisante sur les congestions actives, qui sont inexplicables avec les hypothèses reçues. Nous fûmes frappé de la simplicité et de la justesse de la théorie des contractions autonomes et péristaltiques, et nous nous sommes, et par les expériences et par les faits cliniques, de plus en plus affermi dans cette idée : *que les artères agissent activement pour la circulation du sang dans les capillaires.*

Il nous reste à examiner les objections qui ont été faites à cette théorie depuis qu'elle a été formulée dans la première édition de cet ouvrage. Nous ne parlerons point de l'hypothèse admise faute de mieux, pendant quelque temps, et qui veut que les hyperhémies actives soient le résultat d'une sorte d'attraction de sang par les éléments anatomiques excités. Ce mot d'attraction, qui sent sa métaphysique, n'explique rien, car encore faut-il, quand elle s'exerce, que le sang arrive en plus grande abondance, et pour cela il faut une action mécanique quelconque. Le sang ne vient pas de lui-même par le seul fait de l'attraction et c'est là justement la question. Aussi est-il inutile d'insister sur

l'erreur d'une théorie qui repose uniquement sur un mot vague.

La théorie qui est la plus acceptée est celle des nerfs dilatateurs, mais comme avec la meilleure volonté du monde, on n'arrive pas à trouver un mécanisme quelconque qui puisse rendre compte de cette dilatation directe, on a supposé une dilatation par paralysie réflexe. Nous le répétons, la question de dilatation est hors de cause, et tout le monde est d'accord aujourd'hui que des excitations, dans certaines conditions, amènent un plus grand afflux de sang, et l'on ne discute plus que les points précis ou doivent exister les prétendus nerfs dilatateurs. On a fini par trouver des nerfs dilatateurs un peu partout; seulement tandis que les uns affirmaient qu'ils avaient obtenu un resserrement des vaisseaux, d'autres assuraient avoir déterminé une dilatation notable, et tous avaient raison, car, selon la nature de l'excitation et selon l'excitabilité du nerf, ils devaient obtenir l'un ou l'autre de ces phénomènes[1].

La théorie de la paralysie réflexe, loin de rien expliquer, vient au contraire encore compliquer l'étude des phénomènes de la circulation. Comme elle est admise par un grand nombre de savants, nous allons examiner tous les arguments sur lesquels elle se fonde, d'autant plus que c'est encore le meilleur moyen, de démontrer indirectement que la contraction autonome des vaisseaux est la vérité. Dans cette hypothèse, les nerfs vaso-dilatateurs exerceraient sur les nerfs vaso-moteurs constricteurs une sorte d'action suspensive, une véritable action d'arrêt. « Les nerfs vaso-dilatateurs, dit M. Vulpian, agiraient sur les nerfs vaso-

1. Les recherches récentes de MM. Dastre et Morat sur les nerfs vaso-dilatateurs des parois de la bouche, et les objections de MM. Joly et Laffont confirment encore ce que nous disons.

constricteurs par l'intermédiaire des ganglions et des cellules nerveuses qui sont en rapport avec ces derniers nerfs. L'activité continue de ces ganglions et cellules, qui est entretenue par le centre cérébro-spinal et qui, mettant en jeu d'une façon incessante les nerfs vaso-constricteurs, détermine et maintient ainsi le *tonus vasculaire*, cesserait sous l'influence de l'excitation des nerfs vaso-dilatateurs » (*loc. cit.*, p. 180).

Ainsi, les congestions actives, que l'on obtient en électrisant les nerfs dits vaso-dilatateurs, ne seraient que le résultat d'une paralysie des nerfs vaso-constricteurs, et par conséquent le phénomène serait le même que celui que l'on obtient en déterminant la paralysie de ces derniers nerfs! Mais, et c'est là une des premières objections sérieuses qui ait été faite à cette théorie, la congestion produite par l'électrisation des vaso-dilatateurs est plus considérable que celle produite par la paralysie réelle des vaso-constricteurs. Dans la glande sous-maxillaire, par exemple, la différence est énorme, et non seulement pour les phénomènes vasculaires, mais encore pour la sécrétion de la salive.

A cette objection, M. Vulpian (*loc. cit.*, p. 181 et suivantes) répond qu'il est impossible de détruire expérimentalement tous les nerfs vaso-constricteurs d'une région, tandis que, lorsqu'on agit sur les nerfs vaso-dilatateurs, l'action est plus complète, parce que, par son intermédiaire, on paralyse momentanément la totalité des nerfs vaso-constricteurs de cette glande. Cette explication est ingénieuse, mais dans tous les cas, il est surprenant qu'une différence si légère dans la paralysie puisse amener des résultats tellement considérables, que, dans un cas, non seulement la circulation est augmentée, mais que la sécré-

tion est également plus abondante, et que la densité de la salive sécrétée est différente.

M. Vulpian suppose en même temps, pour expliquer la diminution des phénomènes dans la paralysie expérimentale, « qu'il y a dans la glande des petits ganglions nerveux qui peuvent, pendant quelque temps au moins, jouer le rôle de centres et maintenir un certain degré de tonus vasculaire ». Mais, si cela était, il ne devrait presque pas y avoir de paralysie après l'arrachement du ganglion cervical; la congestion des parties innervées par les filets sympathiques devrait avoir son intensité la plus grande, quand ces ganglions nerveux auraient perdu cette influence, c'est-à-dire au bout de quelques jours, et c'est cependant le contraire qui a lieu.

Dans d'autres expériences importantes, M. Vulpian a cherché quelle serait l'influence de l'électrisation des fibres nerveuses vaso-dilatatrices de la langue après avoir anéanti l'aptitude fonctionnelle des fibres vaso-constrictives de cet organe. « Si l'action dilatatrice de la corde du tympan ne s'exerce sur les vaisseaux linguaux que par l'intermédiaire des nerfs sympathiques, il me semblait que cette action devait être impossible lorsque ces nerfs auraient perdu leur excitabilité. J'ai donc enlevé sur plusieurs chiens un des ganglions cervicaux supérieurs, celui du côté gauche. Au bout de quelques jours, lorsque je supposais que tous les nerfs sympathiques qui partent de ce ganglion s'étaient altérés et étaient devenus inexcitables, les animaux étaient curarisés et soumis à la respiration artificielle. Ces deux nerfs linguaux étaient mis à nu, puis coupés, et l'on faradisait leur bout périphérique. Contrairement à mon attente, la section du nerf lingual gauche a toujours augmenté *un peu* la congestion légère qui existait déjà dans la moitié

gauche de la langue, par suite de l'ablation du ganglion cervical de ce côté. *De plus, la faradisation du bout périphérique de ce nerf lingual déterminait une dilatation vasculaire aussi prononcée que celle qui était provoquée dans l'autre moitié de la langue, par la faradisation du nerf lingual.* »

Ainsi, malgré l'augmentation légère de la congestion par suite de la section du nerf lingual, l'excitation de la corde du tympan détermine une dilatation vasculaire analogue, que les filets vaso-constricteurs aient été paralysés ou non, et cette expérience semble bien prouver que le mécanisme de cette dilation n'est point la conséquence d'une paralysie réflexe nerfs constricteurs, car, s'il en était ainsi, il ne devrait point y avoir une dilatation nouvelle *aussi prononcée* dans le cas où ces nerfs sont déjà directement paralysés.

En assimilant l'action des nerfs vaso-dilatateurs à celle du pneumogastrique, on devrait logiquement assimiler aussi bien les phénomènes résultant d'une paralysie que ceux qui ont lieu après une excitation. Si l'action d'arrêt à la suite d'une excitation des nerfs vaso-dilatateurs est la même que celle du nerf pneumogastrique, leur paralysie devrait amener une augmentation des mouvements, et puis, au bout de quelque temps, des troubles très considérables. Or, rien de pareil n'a lieu, car, comme le démontrent encore les expériences de M. Vulpian, « la section de ces nerfs n'est suivie d'aucune modification de la circulation dans les parties correspondantes ». Aussi M. Vulpian est-il obligé d'en conclure que les nerfs vaso-dilatateurs ne doivent pas être considérés comme des antagonistes des nerfs vaso-constricteurs. Tandis que ceux-ci sont en état d'activité plus au moins permanente, les nerfs vaso-dilatateurs ne paraissent agir avec efficacité que d'une façon accidentelle,

c'est-à-dire lorsqu'ils sont excités. Ainsi, à côté des autres points douteux, il faudrait encore admettre que les nerfs vaso-dilatateurs, dont l'excitation détermine une paralysie des nerfs vaso-constricteurs beaucoup plus prononcée que celle qui amène la paralysie directe et réelle, ne sont pas des antagonistes de ces nerfs, et d'un autre côté que les nerfs vaso-dilatateurs ne sont en activité que d'une façon accidentelle; c'est-à-dire que, contrairement à tout ce que nous savons, il y aurait des nerfs de la vie végétative dont les fonctions ne seraient pas constantes, qui n'agiraient que rarement et sous une influence extérieure. Ce seraient pour ainsi dire, comme les prétendus nerfs trophiques, des nerfs de luxe dont l'intervention n'apparaît que de temps en temps et dont l'action à l'état normal est nulle.

Les fibres musculaires des vaisseaux sanguins servent à faciliter le cours du sang. — Personne ne conteste que l'appareil musculaire des vaisseaux est des plus puissants, mais le plus qu'on accorde à ces fibres musculaires comme travail actif sur la progression du sang est un effet analogue à celui de l'élasticité des parois des grosses artères. La contractilité des vaisseaux ne servirait qu'à remplacer peu à peu l'élasticité et à transformer comme elle le mouvement saccadé du sang en un mouvement continu [1].

Ce serait là l'action normale des parois vasculaires, ce qui constitue d'ailleurs ce qu'on a appelé le *tonus vasculaire*. Or, un premier point important à noter est, que tous les auteurs sont d'accord pour admettre que ce tonus con-

1. Des expériences de Golz consignées dans la thèse du Dr Bricon (thèse de Strasbourg) démontrent que l'élasticité même, pourvu qu'on la fasse agir d'une façon intermittente augmentait le débit des liquides. Une partie de ces expériences, comme l'avoue M. le Dr Bricon *ont été faites pour nous combattre et elles viennent au contraire confirmer notre théorie.*

tribue à pousser le sang au travers des capillaires jusque dans les veines.

Aussi avons-nous le droit d'ajouter ces deux autres propositions qui en sont le complément : plus la contraction sera répétée et énergique, plus la progression sera facilitée ; en second lieu, la contractilité a un rôle bien plus actif et plus indépendant que celui de l'élasticité. Celle-ci est une force purement passive, toujours la même, qui est complètement dépendante de la pulsation sanguine, et s'il est permis d'invoquer la raison logique des choses, on comprend aisément qu'il en soit ainsi : près du cœur, en effet, toute autre action eût pu être nuisible et contrecarrer son travail utile. D'ailleurs, des fibres musculaires dans les parois de l'aorte n'ont aucune raison d'être, car l'ondée sanguine n'a pas besoin encore d'un surcroît de propulsion, et ces muscles, alors même que leur contraction serait toujours régulière, agiraient moins efficacement que du tissu élastique, pour rendre aussitôt après et avec une intensité égale une partie de la force qui a été dépensée au moment de la systole cardiaque. D'ailleurs nos expériences prouvent surabondamment le rôle que jouent ces divers tissus dans les différents points du tissu vasculaire.

Mais à mesure que le sang arrive vers la périphérie il perd de sa vitesse, et dans les organes éloignés du cœur ou bien dans ceux où la pesanteur agit en sens opposé du cours artériel, il faut nécessairement un renfort de force active plus ou moins intense et qui, dans tous les cas, peut se modifier selon les impressions réflexes. Comme nous l'avons déjà dit plus haut, le cœur est un organe aveugle qui pourvoit aux besoins généraux de la circulation et qui ne peut venir en aide aux phénomènes isolés qui se passent

dans l'organisme; c'est aux vaisseaux de chaque organe qu'est dévolu le pouvoir de modifier la circulation selon l'acte à accomplir.

Nous redirons également qu'il y a une preuve anatomique plus forte que tous les raisonnements, qui, à elle seule, suffirait pour montrer que les fibres musculaires des vaisseaux servent à faciliter le cours du sang, alors même que ces fibres n'ont aucune disposition qui leur permettrait d'agir comme fibres dilatatrices. Dans tous les tissus où l'action du cœur ne se fait plus sentir, ou bien est beaucoup diminuée, les parois des vaisseaux sont les plus riches en fibres musculaires (vaisseaux ombilicaux, rate, tissus érectiles) (Voir le travail du docteur Gimbert : *Structure et texture des artères*). Il en est de même pour les vaisseaux de la tête, où le courant sanguin marche contre les lois de la pesanteur[1].

Il y a plus encore : dès qu'une veine a un rôle plus actif et qu'elle doit agir sur la progression du sang, ses parois renferment des fibres musculaires très abondantes; c'est ainsi que la veine cave inférieure et la veine porte sont très riches en muscles. Vraiment, nous ne comprenons plus la raison d'être de ces fibres musculaires si elles doivent uniquement remplacer le tissu élastique ou si elles n'ont d'autre usage, par leur contraction, que de modérer le cours du sang.

On peut nous objecter, il est vrai, que l'on admet parfaite-

1. M. le Dr Mierzejewski (de Saint-Pétersbourg) a observé, dans des cas de paralysie générale, des extravasations dans les parois des vaisseaux cérébraux et en même temps de petites thromboses dans ces mêmes artérioles. Parmi les vaisseaux de même calibre, ceux-là seuls renfermaient des thromboses dont les parois offraient des extravasations, et M. le Dr Mierzejewski conclut de ces faits que les thromboses sont consécutives et provoquées par le ralentissement de la circulation, les parois des vaisseaux ayant perdu leur contractilité et ne pouvant plus faire progresser le sang.

ment l'action des muscles vasculaires sur la progression du sang, mais que cette action se réduit *au tonus vasculaire.* Nous répondrons que le tonus vasculaire n'est, après tout, qu'une des conséquences de la contractilité, et si une demi-contraction aide le cours du sang vers les capillaires, une contraction entière agira encore plus puissamment. Nous allons, d'ailleurs, essayer de montrer qu'il y a plus qu'un simple tonus.

Le tonus de toute fibre musculaire est le résultat d'une activité permanente amenant un certain degré de contraction; mais cette contraction maintient le muscle dans un état d'immobilité constante, c'est-à-dire que, à moins d'excitation ou de dilatation forcée, les fibres musculaires restent dans le même degré de raccourcissement. Il n'y a pas, dans le tonus comme dans les contractions, une alternative de repos et de resserrement de la fibre musculaire.

Voici un tube musculaire; si l'on distend ce tube il y aura aussitôt après sollicitation au resserrement par le tonus, mais, ce resserrement obtenu, tout restera immobile, l'action utile du tonus sera obtenue et le calibre du tube sera maintenu plus étroit. Pour que l'action du tonus puisse de nouveau s'exercer, il faudra une impulsion nouvelle qui sera obligée de dépenser une certaine force pour dilater les fibres musculaires; mais si cette impulsion n'est point donnée, il n'y aura plus d'influence du tonus. En un mot, le tonus n'agit qu'une seule fois, et cela immédiatement après la dilatation; c'est absolument un ressort, et il n'y a sous ce rapport, aucune différence avec l'élasticité.

Ainsi, en ouvrant une artère périphérique ou mieux en liant l'aorte et en ouvrant les veines, l'élasticité d'abord, puis le tonus vasculaire, chassent le sang et font que les vaisseaux sont absolument exsangues. Mais cela fait, l'action

de l'élasticité et celle du tonus sont épuisées, et si ces deux forces seules étaient en jeu, une nouvelle quantité de liquide, introduite dans les artères, sans déterminer de dilatation, ne devrait plus recevoir de mouvement de propulsion. C'est en effet ce qui a lieu si la contractilité artérielle a disparue, mais par contre, aussi longtemps que celle-ci est conservée, le liquide introduit dans les artères passe dans les capillaires, et de là revient par les veines. (Voir les expériences plus haut).

D'un autre côté, même avec les courants induits, du moment qu'on se place dans les conditions d'excitation qui se rapprochent du stimulus intermittent normal, c'est-à-dire en ne faisant agir qu'un nombre limité d'excitations en un temps donné, loin de produire un resserrement des vaisseaux et une diminution de la circulation, on obtient un plus grand afflux de sang. Nous avons répété plusieurs fois les expériences suivantes:

Chez des grenouilles curarisées et dont la membrane interdigitale est placée sous le champ du microscope, on observe facilement l'état de la circulation et le diamètre des vaisseaux. Si l'on vient à électriser le sciatique avec des courants induits ordinaires, on voit aussitôt les artères devenir plus étroites, et la circulation, qui était continue, ne se fait plus que par saccades. Souvent même quelques vaisseaux s'effacent complètement, et la circulation est arrêtée en certains points. Si avec ces même courants induits on vient à diminuer le nombre des interruptions, ces phénomènes deviennent bien moins prononcés, et à mesure que l'on se rapproche d'une seule interruption par seconde, on voit la circulation être plus active. Lorsqu'il n'y a plus qu'une ou deux excitations par seconde, pour les grenouilles, la circulation est continue, et les capillaires deviennent plus

dilatés qu'avant toute expérimentation. En prenant les dimensions des capillaires au moyen du micromètre, on constate que l'augmentation de leur calibre est souvent de deux à trois centièmes de millimètre.

Souvent, après avoir obtenu, au commencement, un resserrement des artérioles, on voit, en continuant pendant longtemps l'électrisation du nerf, une dilatation assez considérable se manifester, et on pourrait objecter que la dilatation qui survient ainsi en diminuant le nombre des interruptions est due à la même cause; mais il n'en est rien, car on voit la diminution de la circulation, dans ces cas, avoir lieu dès que l'on augmente le nombre des interruptions et, de plus, si d'emblée on emploie des courants induits avec une seule interruption par seconde, on voit aussitôt les capillaires se dilater et la circulation devenir plus active.

Chez le lapin et chez le chien, nous avons constaté les modifications de la circulation, au moyen de la température et par le saignement plus ou moins abondant d'une petite plaie faite à la pulpe des pattes. Dans toutes ces expériences les animaux étaient curarisés ou chloralisés. Le nerf sciatique est mis à nu et coupé, et ce n'est que sur le bout périphérique que porte l'excitation électrique. Lorsque nous employons un courant d'intensité moyenne avec trente interruptions par seconde, l'écoulement du sang provenant de la plaie est considérablement affaibli et s'arrête souvent complètement. A mesure qu'on diminue le nombre des interruptions, on voit le resserrement des vaisseaux être moins prononcé et l'écoulement du sang devenir plus abondant. Déjà avec cinq interruptions elle est beaucoup plus active qu'à l'état normal; le sang rouge coule alors, en grande quantité, de la petite plaie. En étudiant les variations thermiques, on arrive à des résultats analogues, c'est-à-dire

qu'il y a abaissement de température avec un courant induit ordinaire, tandis qu'il y a élévation de la température avec des courants induits à intervalles rares.

Nous voyons donc d'après tous ces faits, dont les uns sont empruntés à l'anatomie et d'autres aux expériences physiologiques, qu'il ne peut être douteux que la contraction autonome des vaisseaux sert à la progression du sang. C'était là le premier point à établir, et nous allons actuellement essayer d'expliquer comment cette contractibilité intervient et comment elle détermine des congestions actives[1].

Les congestions actives sont le résultat de l'activité fonctionnelle plus grande des fibres musculaires des vaisseaux. — Il y a dans les congestions actives deux faits : le premier est une plus grande vitesse du sang, et le second un plus grand afflux de la masse sanguine. Pour expliquer ces deux phénomènes, il faut étudier, avant tout, le mode de contraction des fibres musculaires lisses, car on ne s'explique pas évidemment, au premier instant, comment des tubes musculaires, venant à se contracter, peuvent faciliter l'arrivée d'une plus grande quantité de liquide. On comprend très bien que la vitesse de ce liquide et sa force de propulsion soient augmentées par ces contractions, mais du moment qu'il y a contraction, on est porté à admettre une diminution dans la quantité de liquide qui circule.

On trouve des actes analogues dans d'autres tubes musculaires composés de fibres lisses, et nous avions surtout comparé l'action des parois vasculaires à l'action des parois

1. Lorsqu'on arrête brusquement le cœur par une excitation violente, on voit également la circulation périphérique s'arrêter ; mais cette expérience ne peut nous être objectée, car les ganglions vaso-moteurs éprouvent la même influence que ceux du cœur ; on ne peut, en effet, limiter à ceux-ci l'excitation violente, que donne un courant électrique capable d'arrêter le cœur.

intestinales. Ici nous avons, en effet, une succession de contractions musculaires qui font progresser le bol alimentaire; le mouvement péristaltique est la cause unique de cette progression, et il est naturel d'assimiler le fonctionnement d'un tube musculaire à fibres lisses à celui d'un autre tube composé absolument des mêmes éléments.

Il est vrai, comme M. Vulpian l'a objecté, qu'il y a une différence notable entre le mouvement régulier et rhythmique des artères et le mouvement inconstant, irrégulier et vermiculaire des parois intestinales. Notre pensée n'était pas non plus, d'assimiler absolument ces deux espèces de mouvement, mais bien de montrer comment un tube musculaire à fibres lisses pouvait favoriser la propulsion des substances qu'il renferme, et comment la condition indispensable pour obtenir ce résultat était une succession de contractions et non une contraction d'ensemble ayant lieu en même temps sur tout le trajet du tube contractile. Ce que nous cherchons à comparer, c'est justement ces contractions successives et comme vermiculaires qui ont lieu pour tous les tubes à fibres musculaires lisses, et qui font progresser le contenu. Si les mouvements des artères sont uniformes et réguliers, il n'en est pas moins incontestable qu'il y a dans tout le parcours du vaisseau une série de contractions ayant lieu l'une après l'autre, car la contraction ne commence pas au même instant dans toute la longueur, et il y a une sorte de propagation du mouvement systolique artériel, allant de l'origine de l'aorte aux vaisseaux périphériques. Il y a donc pour les artères une sorte de mouvement péristaltique très court et très rapide sans doute, mais suffisamment marqué pour agir différemment qu'une contraction instantanée ayant lieu absolument au même moment, sur tout le parcours de l'artère.

Mais même en exagérant l'action de cette contraction normale et successive, on ne peut expliquer que la vitesse plus grande du sang, ou sa plus grande tension, mais on ne parvient pas à comprendre comment il y a en même temps afflux plus considérable. En effet, ce n'est pas la contraction proprement dite des parois qui peut amener ce phénomène.

Mais, d'un autre côté, il *y a aussitôt après chaque resserrement des artérioles une dilatation plus marquée*. C'est cette dilatation qui est la cause du plus grand afflux de sang, et l'on conçoit parfaitement combien la circulation doit être non seulement plus active, mais encore plus abondante à la suite de cette succession rapide de resserrement et de dilatation des tubes vasculaires. S'il n'y avait que le simple resserrement, il n'y aurait qu'une progression plus forte pour le sang, mais en même temps il y aurait obstacle à une plus grande quantité de sang; et s'il n'y avait qu'une simple dilatation, il y aurait uniquement afflux d'une masse plus considérable de sang, mais avec moins de pression et de vitesse.

C'est évidemment cette dilatation et cet afflux du sang qui ont fait admettre par Loven, Vulpian, etc., une paralysie réflexe, car ils considérèrent ce phénomène comme devant être l'opposé de la contraction, c'est-à-dire de l'activité des fibres musculaires. D'un autre côté, comme on constate facilement et forcément une différence très marquée entre ces dilatations vasculaires par excitation réflexe et celles que détermine la paralysie réelle des filets sympathiques, M. Schiff et plusieurs autres physiologistes ont cru en montrer nettement la différence en admettant une dilatation active; mais il est impossible, comme nous l'avons dit, d'admettre une dilatation directe, car *il n'existe aucun élé-*

ment musculaire pouvant par sa contraction agrandir le calibre du vaisseau.

Au lieu d'une dilatation active, nous reconnaissons, par contre, *que cette dilatation fait partie de l'activité des fibres lisses des vaisseaux*, et qu'elle en est la conséquence. On pourrait, pour en expliquer le mécanisme, se fonder sur le fait curieux que nous avons eu l'occasion d'observer dans nos expériences sur les contractions intestinales (voir le chapitre consacré à l'étude des mouvements de l'intestin), et qui consiste dans un relâchement du tonus musculaire aussitôt avant la contraction. Nous avons recueilli plusieurs tracés où ce phénomène est marqué. Lorsqu'on examine ces tracés, on voit d'une façon très nette qu'avant l'élévation de la ligne produite par la contraction il y a un abaissement plus ou moins considérable; la tension au moment de l'excitation baisse brusquement pour se relever ensuite et devenir plus forte qu'avant l'expérience.

Est-ce un relâchement analogue des parois précédant la contraction qui a lieu pour les tubes vasculaires? Nous ne saurions l'affirmer, mais il n'y aurait là rien d'invraisemblable.

Quoi qu'il en soit, ce qui est moins hypothétique, c'est le relâchement qui arrive aussitôt après la contraction des fibres musculaires, relâchement bien plus considérable que celui qui a lieu pendant le repos, car pendant le repos, le *tonus* détermine toujours un léger raccourcissement.

D'un autre côté, un muscle sain, non seulement se contracte énergiquement, mais en même temps *se laisse facilement distendre*, tandis qu'un muscle qui est dans des conditions anormales, non seulement ne se contracte plus aussi facilement et aussi énergiquement, mais encore ne se relâche jamais complètement et reste toujours plus ou moins con-

tracturé[1]. Sur tous les tubes musculaires, à moins d'une irritation permanente, on voit parfaitement une dilatation survenir aussitôt après le mouvement de resserrement, et cette dilatation est toujours plus prononcée que celle qui existait avant la contraction. L'exemple le plus frappant de ce phénomène est la dilatation du cœur, car immédiatement après la systole, le cœur s'élargit et se dilate considérablement. Cette dilatation est bien plus prononcée que celle qui a lieu à la suite d'une paralysie du cœur, et il y a sous ce rapport une telle différence, que plusieurs auteurs ont admis des fibres dilatatrices et une vraie dilatation active. C'est donc un fait certain que, à l'état normal, les fibres de la vie végétative ont pour ainsi dire une seule secousse musculaire, et qu'aussitôt après il survient un relâchement considérable auquel succède de nouveau une contraction simple et ainsi de suite.

Il en est de même pour les vaisseaux, et l'on peut constater à l'œil nu ces alternatives de resserrement et de dilatation sur les artérioles, lorsqu'on y détermine une congestion active. Sur un chien, Ch. Legros avait mis à nu une artère du périnée; en l'état ordinaire on voyait de faibles pulsations artérielles; mais si l'on faisait approcher une chienne et si l'érection survenait, on voyait cette artère agitée de pulsations d'une force inusitée, et présentant des mouvements alternatifs de constriction et de relâchement.

Tous les observateurs qui ont examiné au microscope la circulation ont constaté ces mêmes contractions et ces mêmes dilatations au début des inflammations; de plus on les voit très bien à l'ophtalmoscope et elles seules peuvent

1. Voir notre article CONTRACTURE du *Dictionnaire encyclopédique des sciences médicales*.

expliquer les phénomènes des pulsations qu'on observe quelquefois à l'extrémité des doigts (Observ. du Dr Legroux). Il y a donc dans l'activité des fibres lisses des artérioles, deux phénomènes très nets, la contraction et le relâchement, qui sont pour ainsi dire la conséquence l'un de l'autre, et qui concourent à augmenter et la vitesse et la masse du sang dans les vaisseaux périphériques. Remarquons, de plus, que ce relâchement normal qui suit la contraction, non seulement permet à la tension artérielle de dilater le tube vasculaire, et d'y faire pénétrer une plus grande quantité de sang, mais que, en même temps, elle rend utile toute l'action du cœur. En effet, l'élasticité rend uniquement sous une forme lente la force d'expansion déterminée par la systole cardiaque, c'est une simple transformation, tandis que dans les parois vasculaires à fibres musculaires, la dilatation ne nécessite pas une grande dépense de force, le relâchement ayant lieu à ce moment de lui-même, et comme la contraction suit immédiatement, elle apporte, par son intervention, un appoint considérable d'action propulsive; dans ces vaisseaux, il n'y a donc plus seulement transformation de force, mais encore apport d'un nouvel élément de force vive.

Nous voyons donc que l'augmentation de la circulation périphérique est le résultat de l'augmentation de l'activité fonctionnelle des fibres musculaires des parois vasculaires. Chaque fois que l'on arrivera à déterminer l'excitation non tétanisante des ganglions nerveux sympathiques, on provoquera leur énergie fonctionnelle, et comme conséquence l'action plus marquée des parois vasculaires. En un mot, tout stimulus donnera lieu à une réaction vitale, à un phénomène actif et non à une paralysie.

D'un autre côté, quelle différence considérable entre les

inflammations aiguës et les congestions paralytiques, et quel est le médecin qui, dans un cas d'affaiblissement de la force du cœur, cherchait à faciliter la circulation en diminuant la contractilité des vaisseaux, ou bien qui chercherait à provoquer cette même paralysie pour augmenter la circulation des extrémités? Voyez un peu où nous entraîne logiquement la théorie de l'augmentation de toutes les circulations locales par paralysie réflexe ou même par inhibition ce qui en réalité est presque la même chose. Vous avalez un mets sapide et aussitôt votre salive s'écoule en plus grande quantité : paralysie réflexe. Une fois dans l'estomac, la muqueuse s'injecte et secrète plus abondamment pour digérer le bol alimentaire : paralysie réflexe; puis les reins et le tube digestif entrent en activité : paralysie réflexe. Une chaleur douce fait que la circulation des extrémités est plus considérable : paralysie réflexe; une émotion agréable colore votre visage : paralysie réflexe! Tous les actes, toutes les fonctions de la vie animale et de la vie végétative ne s'accomplissent ainsi que par une succession de paralysies! La vraie fonction des ganglions vaso-moteurs, c'est de n'en plus avoir, et l'activité d'un tissu, c'est uniquement une cessation fonctionnelle.

La contradiction est tout aussi apparente si on veut admettre à toute force des nerfs dilatateurs proprement dits. Nous ne cesserons de le répéter : Où sont ces fibres dilatatrices assez puissantes pour lutter contre l'action des fibres circulaires? De plus, les nouvelles expériences de MM. Dastre et Morat montrent que l'excitation du sympathique ne donne pas chez tous les animaux le même résultat, au point qu'ils peuvent dire que « si au lieu d'opérer sur le singe et d'observer l'oreille, Cl. Bernard et Brown-Séquard avaient opéré sur le chien et observé la bouche, le sympathique aurait été

considéré comme le dilatateur vasculaire et non comme un constricteur ».

Les actes normaux, d'après notre théorie, sont provoqués par un stimulus physiologique qui détermine l'activité successive des ganglions vaso-moteurs; cela paraît presque une naïveté d'énoncer ce fait, et cependant il n'est vrai et possible qu'avec la contraction autonome des parois vasculaires. Ceux-ci servent ainsi à régler les circulations locales, à les exagérer, ou à les modérer selon les fonctions physiologiques.

Les phénomènes de la circulation ont une telle importance dans tous les actes pathologiques, que nous n'avons pas craint de leur consacrer une place aussi étendue. C'est également en électro-thérapie, le fait principal, et nous sommes persuadés que la plupart des effets des courants électriques ont pour cause leur influence sur les vaisseaux sanguins. Celui qui aura vu, une fois, les vaisseaux se contracter et se dilater sous cette influence, et surtout s'il a vu au début d'une inflammation, la circulation un instant troublée et enrayée reprendre son cours, et les globules du sang circuler de nouveau dans les capillaires, celui-là disons-nous, comprendra combien les courants électriques ont une action énergique sur les phénomènes circulatoires. Comme tout acte vital et pathologique dépend presque exclusivement de ces phénomènes, il nous a paru nécessaire d'y insister plus que sur toutes les autres questions; mais ce n'est réellement qu'avec la théorie des contractions autonomes que l'on peut se faire une idée exacte de l'action des courants électriques, et comme conséquence pratique, qu'on peut les employer avec profit et discernement.

RECHERCHES CLINIQUES.

Les troubles de la circulation sont, on ne peut assez le répéter, la cause la plus fréquente des phénomènes pathologiques, et agir sur eux, c'est évidemment agir sur la maladie. Les faits physiologiques que nous avons relatés nous tracent la voie qu'il faut employer selon les circonstances. Si l'on désire déterminer un resserrement des vaisseaux, il faut se servir de courants induits assez intenses, mais en évitant de provoquer une action révulsive ; veut-on au contraire augmenter la circulation, il faut employer les courants induits sous forme d'électrisation cutanée, ou avec des interruptions assez espacées, mais surtout agir du côté des ganglions avec des courants continus. La direction ici a également une certaine importance, mais cette importance n'est que relative, car si le courant ascendant détermine une circulation moins active que le courant descendant, il est loin cependant d'amener une diminution réelle de la masse sanguine, surtout comparativement à l'état primitif.

Il est bien rare que l'on ait à diminuer la circulation au moyen des courants électriques, et ce n'est guère que dans les *hémorrhagies utérines* que l'on doit avoir recours à ce procédé. Encore faut-il toujours se rappeler que cette action n'est que momentanée, et qu'aussitôt après la cessation de l'électrisation, il survient une circulation plus abondante. Dans les hémorrhagies qui suivent un accouchement, ou dans des cas de tumeurs fibreuses, la faradisation de l'utérus peut amener l'arrêt des pertes de sang assez rapidement parce qu'en même temps, la contraction de la fibre muscu-

laire de la matrice est mise en jeu, et que cette contraction contribue à rétrécir le calibre des vaisseaux.

Néanmoins à moins de circonstances exceptionnelles, nous ne croyons pas pouvoir recommander la faradisation utérine pour arrêter les hémorrhagies. Par contre, l'emploi des courants continus a une importance considérable sur les phénomènes vasculaires de la matrice et surtout sur ceux des ovaires, et comme la fonction de ces derniers organes est liée d'une façon considérable aux modifications de la circulation, nous croyons devoir l'étudier plus complètement.

Influence des courants électriques sur les phénomènes vasculaires de la matrice et des ovaires.

Les troubles de la menstruation sont en général favorablement modifiés par l'emploi des courants électriques. Plusieurs auteurs (Brehwell, Baker, Good, etc.) ont cité des observations, et nous pouvons ajouter notre témoignage au leur.

Il faut évidemment ne se servir que de courants continus, les courants induits ayant dans ces cas une action moindre et pouvant quelquefois présenter quelque danger.

A. Becquerel rapporte le cas d'une jeune femme à laquelle on appliqua l'électricité pour une névralgie à l'époque de ses règles, et celles-ci furent aussitôt supprimées. Des accidents opposés peuvent, par contre, être redoutés dans l'emploi des courants continus.

L'observation suivante, due à Hiffelsheim[1] est très importante sous ce rapport :

1. *Des applications médicales de la pile de Volta,* 1861, p. 15.

Je soignais, dit Hiffelsheim, une jeune dame atteinte de ramollissement cérébral. Tous les traitements avaient échoué ; je fus invité à tenter ce que les courants continus pourraient modifier. Je lui appliquai une pile de trente éléments larges, un quart vinaigre, sur la tête, du front à la nuque. Comme cela l'importunait beaucoup, je lui plaçai la pile sur le dos. Depuis huit mois elle était aménorrhéique. Elle dépérissait à vue d'œil. Un jour, elle fut prise d'une métrorrhagie inquiétante ; pendant qu'on me chercha, on eut l'idée de lui retirer la pile, la métrorrhagie cessa aussitôt.

Cette femme avait un souverain mépris de la vie et ne se soignait que malgré elle. Alors, voulant avoir « le cœur net » quant à l'interprétation de cette perte, elle remit la pile de son propre chef, le surlendemain. Nouvelle perte. On la retira ; le phénomène cessa.

Hiffelsheim cite en même temps un certain nombre de cas de dyménorrhées qui ont été guéris par les courants continus. Nous avons observé les mêmes faits, et chez plusieurs femmes en traitement nous avons souvent vu les règles apparaître plus abondantes et de quelques jours en avance. Dans quelques cas l'apparition de la menstruation est précédée de coliques [1].

Chez une jeune fille de dix-sept ans, chlorotique et anémique au plus haut point, et qui, depuis cinq mois, n'avait plus ses règles, nous avons ramené, au bout de six séances d'électrisation, la menstruation. Nous avons employé un courant descendant de vingt à vingt-six éléments et qui était appliqué sur la portion lombaire de la moelle.

Nous ajoutons de plus qu'il n'est nullement nécessaire,

1. Cette influence des courants de la pile sur les menstrues a été observée dès les premières années de la découverte du galvanisme. A la fin du siècle dernier, on trouve dans la plupart des ouvrages des observations sur ce sujet; nous citerons la suivante, due au docteur de Molle, surtout à cause de la direction du courant. « Une demoiselle, âgée de dix-neuf ans, dont les règles étaient suspendues depuis plusieurs mois, fut traitée par les courants de la pile, en plaçant le pôle positif sur les reins et le pôle négatif sur les jambes. Au bout de trois séances, les menstrues reparurent, durèrent deux jours et furent peu abondantes. Pendant ce temps, la malade ressentit des coliques assez fortes; un mois après, on se disposait à employer le même moyen, lorsque l'évaucation menstruelle eut lieu naturellement ». (*Histoire du galvanisme*, par Sue, professeur à la Faculté de Paris, 1806, 3 volumes.)

pour traiter les cas d'aménorrhée, de placer un des pôles sur le col utérin, procédé souvent impraticable d'abord parce qu'il s'agit, la plupart du temps, de jeunes filles, et en second lieu, parce que ce moyen répugne à beaucoup de femmes. Il suffit, et c'est en procédant ainsi que nous avons eu des cas de succès, d'électriser la colonne vertébrale avec un courant descendant. Cela est même quelquefois préférable que de placer un des pôles sur la paroi abdominale.

C'est en employant ce mode d'électrisation que, sans le vouloir, nous avons, chez des femmes électrisées pour d'autres affections, fait apparaître les règles un peu plus tôt et quelquefois plus abondantes.

L'influence des courants continus sur la circulation, si elle a des avantages, peut aussi avoir quelques inconvénients. Nous avons cité plus haut le fait observé par Hiffelsheim : il nous enseigne qu'il faut agir avec prudence chez les femmes sujettes à des pertes utérines, si ces pertes cependant n'ont pas lieu chez des personnes ayant des tumeurs fibreuses de la matrice, auquel cas comme nous le verrons dans le chapitre spécial sur ce sujet, il ne faut nullement cesser l'électrisation, à cause des hémorrhagies.

Nous n'avons cependant jamais observé que deux accidents sans importance.

Dans un cas d'ataxie locomotrice dans le service de M. Béhier, remplacé alors par M. le D[r] Ball, nous avions appliqué les courants continus. Les courants étaient dirigés sur la moelle, et ils étaient d'une intensité assez grande. Au bout de quelques séances, la malade fut prise subitement d'un crachement de sang. Jamais, auparavant, elle n'avait eu d'hémoptysie, et certes, quoiqu'on puisse admettre une coïncidence, nous croyons volontiers que l'électrisation fut cause de cet accident.

Chez un autre malade amaurotique, nous appliquions les pôles sur le sympathique du cou, et, les trois premières séances, il lui survenait quelque temps après l'électrisation des saignements du nez qui, d'ailleurs, n'ont jamais présenté la moindre gravité.

Enfin chez quelques personnes hémorrhoïdaires l'électrisation de la région lombaire a amené presque constamment une poussée d'hémorrhoïdes.

Influence des courants dans l'impuissance.

Nous avons vu que l'érection était un phénomène essentiellement vasculaire, et qu'il était dû à un plus grand afflux de sang artériel. Les expériences de l'un de nous ont démontré d'une manière incontestable que cette plus grande quantité de sang qui arrivait dans les tissus érectiles n'était pas le résultat d'une paralysie des nerfs vaso-moteurs, mais bien d'une excitation de ces nerfs.

En coupant, chez les dindons, les nerfs sympathiques d'un côté du cou, le tissu érectile de la crête de ce côté ne peut plus entrer en turgescence, il reste mou et violacé, tandis que la partie correspondante du côté sain se gonfle, s'injecte de sang rouge et entre en érection chaque fois qu'on excite l'animal. Chez les chiens, en coupant les nerfs vaso-moteurs qui se rendent aux organes génitaux, on abolit complètement l'érection du pénis; on la détermine, au contraire, en passant sur ces nerfs un fil, de manière à ne pas les endommager, mais à maintenir une légère irritation.

Nous avons essayé expérimentalement de déterminer, au moyen des courants électriques, des érections chez des chiens. Avec les courants continus, nous avons obtenu une

légère turgescence, mais jamais nous n'avons réussi à produire une érection. Les chiens étaient chloroformisés afin de diminuer l'influence psychique, mais on comprend, d'un autre côté, que le chloroforme et les dissections que l'on est obligé de faire pour mettre les nerfs à découvert sont autant de causes défavorables.

Chez l'homme, quelques personnes ont accusé, à la suite d'électrisation de la tête par des courants continus, des érections très fortes la nuit suivante. Il faut ajouter que ces personnes étaient fort peu malades, et elles comparaient l'excitation éprouvée à celle que leur donnaient les premiers bains de mer. Quant à l'impuissance proprement dite, est-elle guérissable par les courants électriques? Et quels sont les courants qu'il faut préférer?

On peut distinguer plusieurs cas d'impuissance. Benedikt en admet trois formes : celle par habitude d'onanisme, celle par abus d'excès vénériens, consistant dans une turgescence plus ou moins grande du pénis, mais avec éjaculation *ante introïtum in vaginam*, et enfin, celle dans laquelle il n'y a plus d'érection ni de désirs sexuels.

Nous préférons n'admettre que deux formes et ne pas tenir compte de l'étiologie : dans l'une, les érections existent encore, surtout pendant la nuit, mais elles sont très faibles ou nulles au moment du coït. De plus, presque toujours l'éjaculation a lieu *ante introïtum in vaginam*. En un mot, il n'y a pas impuissance complète, mais affaiblissement des organes génitaux[1].

Dans la seconde forme, il y a, en général, une lésion

1. M. le Dr Pelisari (de Florence) nous a rapporté un cas très curieux d'impuissance qu'il a observé dans sa clientèle. Ce cas se rapproche des paralysies hystériques. Un jeune homme, surpris au moment du coït par le mari, éprouva une telle émotion qu'à partir de cette époque, et il y a de cela plusieurs années, il est toujours resté complètement impuissant.

organique de la moelle, qui a amené une atonie complète des organes génitaux. Il n'y a plus aucune érection même la nuit et plus aucun désir sexuel. Dans ces cas, il y a presque toujours, en même temps, une affection de la vessie.

Dans la première forme, la guérison est possible; dans la seconde, elle est bien rare.

Les causes qui produisent la première forme d'impuissance sont nombreuses; ce sont principalement les abus vénériens et surtout ceux contre nature, une sorte d'atonie plus ou moins congénitale, les pertes séminales, et l'anesthésie cutanée de toute cette région.

C'est dans cette dernière forme seulement qu'il est avantageux d'employer les courants induits. M. Duchenne cite un cas de ce genre accompagné d'anesthésie vésicale, et qu'il guérit par ce moyen. Schultz (*Wiener mediz. Wochenschrift*, 1854 et 1861) a également employé l'électrisation cutanée dans des cas d'impuissance avec anesthésie. On comprend, en effet, que dans ces conditions on agisse plus énergiquement avec les courants induits qu'avec les courants continus. Mais cette forme d'impuissance est assez rare.

Les pertes séminales sont aussi souvent la cause de l'impuissance, et nous renvoyons le traitement de cette forme, au chapitre où nous étudions d'une manière générale les modifications des fibres lisses sous l'influence des courants électriques.

Nous avons traité avec succès plusieurs cas d'impuissance ne présentant, en dehors de cette affection, aucun autre symptôme, soit du côté de la moelle, soit du côté des organes génitaux.

Dans un cas, un jeune homme de trente-deux ans s'était aperçu depuis près de deux ans, d'abord d'érections assez faibles et d'éjaculations dès les premiers attouchements, puis depuis plusieurs mois les érections avaient

complètement disparu. Il avait eu autrefois des blennorrhagies et des accidents syphilitiques, mais toutes ces affections étaient complètement guéries et il n'en restait aucune trace.

Nous appliquâmes, à chaque séance, sur la région lombaire de la moelle un courant ascendant de quarante à cinquante éléments Remak pendant près de dix minutes, et pendant cinq à dix minutes, nous placions ensuite les rhéophores près de l'anneau inguinal afin d'agir sur les nerfs du cordon.

Au bout d'une dizaine de séances, les érections reparurent pendant la nuit, et au bout d'un mois et demi de traitement, le malade nous assura qu'il avait complètement retrouvé ses facultés génésiques. Nous revîmes ce malade neuf mois après, et sa guérison s'était parfaitement maintenue. Ce cas est d'autant plus instructif que les autres traitements, tels que l'hydrothérapie, les bains de mer, etc., avaient échoué, et qu'il n'y avait aucune circonstance qui puisse faire admettre une influence morale. M. le professeur Broca et M. le docteur Tenneson nous avaient adressé ce malade, et ont constaté le succès des courants continus.

Chez un autre jeune homme de vingt-neuf ans où les érections volontaires étaient presque nulles, mais où elles existaient encore pendant la nuit, par suite de la réplétion de la vessie, nous sommes également parvenu, en électrisant la moelle et les régions génitales, à ramener des érections naturelles. Dès les premières séances, ce résultat avantageux fut obtenu. Il est à noter que dans ces deux cas il n'y avait pas ou presque pas de pertes séminales.

Nous pourrions encore citer d'autres faits, mais il ne seraient que la répétition de ceux-ci, et comme aussi bien pour le traitement que pour l'étiologie, il n'y a aucune difficulté dans cette affection, nous ne croyons pas utile de nous étendre plus longuement sur ce sujet.

Disons seulement que lorsque les désirs sexuels sont éteints et que l'impuissance est due à une lésion ancienne de la moelle, on ne peut espérer aucun succès.

Nous avons soigné, sans résultat, pendant deux mois, un jeune homme de vingt-six ans qui, depuis cinq ans, avait une atonie de la vessie et une impuissance complète à la suite d'affection de la moelle. Voici les renseignements qu'il nous a donnés : à l'âge de vingt et un ans, ayant une blennorrhagie assez forte, il eut les pieds exposés à l'humidité dans une partie de chasse. Il fut pris le même jour de frissons, et deux jours après, il ressentit subitement une douleur très aiguë dans la région des reins. En peu d'ins-

tants, les membres inférieurs furent paralysés et entièrement insensibles. En même temps il perdit la vue presque complètement. L'estomac ne pouvait presque rien supporter.

On lui appliqua tout le long de la colonne vertébrale un vésicatoire large de 10 centimètres. A partir de ce moment, il commença à être soulagé. Les yeux se ressentirent d'abord de l'amélioration. La vue revint graduellement avec la sensibilité dans les membres inférieurs, et enfin au bout de trois mois environ, il put se lever et faire quelques pas. Au bout de six mois il marchait assez bien, sans être bien solide, mais il conservait une grande faiblesse de la vessie, des organes génitaux et du rectum. A partir de ce moment, il n'y a plus eu d'amélioration.

C'est dans cet état, et après avoir essayé divers traitements, que le malade nous fut adressé par le docteur Reliquet, pour essayer l'emploi des courants continus. Au bout d'une trentaine de séances, en appliquant les courants sur la moelle et du côté des organes génitaux, les membres inférieurs avaient repris leur force, la vessie conservait les urines assez bien, mais il restait toujours des envies fréquentes d'uriner, de la constipation et même un peu de paralysie du rectum, et enfin une perte absolue d'érections.

Cette observation, très intéressante sous le rapport du début de la maladie, nous montre en même temps combien, dans les lésions organiques anciennes, il est toujours difficile d'obtenir des effets bien marqués et des résultats satisfaisants. Mais en dehors des cas de ce genre, comme le prouvent les observations que nous avons citées en premier lieu, les courants électriques agissent très efficacement. Nous verrons plus loin combien il est important d'électriser la moelle lorsqu'on emploie les courants continus, car ce procédé détermine, dans les organes, une augmentation de circulation bien plus grande que lorsqu'on agit localement. C'est surtout pour les phénomènes qui dépendent essentiellement des nerfs vaso-moteurs que cette action sur les centres est logique au point de vue physiologique et efficace en thérapeutique.

Observations cliniques sur l'influence de la direction des courants continus.

Comme nous l'avons découvert dans nos expériences physiologiques, la direction des courants continus a une grande influence sur la circulation. Nous avons vu, en effet, que le courant centrifuge ou descendant dilate les vaisseaux, et que le courant centripète ou ascendant resserre les vaisseaux. Nous avons eu l'occasion d'observer plusieurs cas pathologiques où cette loi s'est confirmée et nous a conduit à des résultats très curieux. Parmi ces cas, le suivant est d'autant plus instructif que c'est la malade elle-même qui nous a rendu attentif aux différences d'action des courants continus, selon leur direction.

Mme N..., trente-huit ans, fit il y a dix ans, une fausse couche, sortit dix jours après et fit une course assez longue. Le lendemain elle ressentit des douleurs dans le bas-ventre, fut obligée de garder le lit pendant quelques jours, et à partir de ce moment elle ressent des douleurs très violentes à l'époque de ses règles. Ces douleurs, limitées d'abord au bas-ventre, se propagèrent bientôt sur tout le côté droit et, depuis quatre ans, elle en souffre presque constamment. Depuis trois ans, elle est prise, presque toutes les semaines, de névralgies de la tête très intenses qui s'accompagnent de vomissements et d'une prostration très forte.

Il y a deux ans, elle a suivi un traitement pour ses douleurs de matrice; on lui cautérisa le col avec du nitrate d'argent, ce qui a contribué à diminuer pendant quelque temps la leucorrhée dont elle se plaignait depuis quelques années. Mais les douleurs et l'état général ne furent nullement amendés, et au bout de fort peu de semaines les flueurs blanches reparurent aussi abondantes.

Lorsque cette malade nous fut adressée (1866), elle était dans un état d'anémie et d'irritabilité nerveuse des plus prononcés ; l'appétit était presque nul, les forces et l'embonpoint avaient beaucoup diminué depuis quelque temps, tout le côté droit était d'une sensibilité extrême, et le moindre contact, surtout sur la peau du ventre du côté droit, était très douloureux. A côté de ces phénomènes, il y en avait d'autres de nature hystérique, tels que la sensation d'une boule remontant de l'estomac vers le larynx, des

pertes momentanées de connaissance avec mouvements désordonnés, pleurs, etc.

Nous appliquâmes d'abord sur la moelle un courant descendant très faible (huit à dix éléments), car la malade ne pouvait pas supporter un courant de douze à quinze éléments. Nous faisions des séances assez prolongées de vingt-cinq à trente minutes, et les trois premières fois, la malade avait une syncope qui ne survenait jamais pendant l'électrisation, mais toujours immédiatement après.

Au bout de six séances nous pûmes augmenter la force du courant, et nous avons employé à la fin jusqu'à trente éléments. Nous électrisions toujours la partie dorsale et lombaire de la moelle avec un courant descendant.

Au bout de quinze séances, l'état général s'était déjà amélioré, et au bout de cinq mois de traitement (trois séances par semaine), les douleurs névralgiques ne reparaissaient plus que de loin en loin et bien moins violentes; l'appétit avait reparu, la malade avait engraissé et l'hyperesthésie de la peau avait beaucoup diminué.

Une seule chose persistait toujours, c'étaient les douleurs du bas-ventre et une leucorrhée très abondante. Les injections au tannin faites pendant plusieurs semaines n'avaient pas eu grand succès; le fer et le vin de quinquina prescrits en même temps n'avaient pas amélioré ces symptômes. A l'examen de la matrice, on trouve le col très haut, et la matrice assez fortement recourbée en arrière. Ce qui frappe en même temps c'est une sensibilité très grande du col.

Nous essayâmes alors, surtout pour combattre l'excitabilité de ces organes, de placer un des pôles sur la matrice, et l'autre sur le plexus lombaire. Nous n'avions, à cette époque, aucune notion bien exacte sur l'influence de la direction des courants, et cherchant en même temps à trouver empiriquement lequel des pôles agirait localement plus avantageusement, nous placions sur le col tantôt le pôle positif et tantôt le pôle négatif.

Au bout de quelques séances, et c'est là le fait intéressant de cette observation, la malade nous dit qu'après avoir été électrisée, ses flueurs blanches tantôt semblaient augmenter, tantôt, au contraire, diminuaient très notablement pendant quelque temps. A partir de ce jour, nous fîmes attention au mode d'électrisation qui pouvait amener ces différences, et nous eûmes bientôt la conviction *que les flueurs blanches étaient diminuées chaque fois que nous mettions le pôle positif sur le col de la matrice, et le pôle négatif sur la région lombaire; elles étaient, au contraire, plus abondantes lorsque nous placions le pôle positif sur la région lombaire et le pôle négatif sur le col.*

Ce fait pathologique concorde avec nos observations physiologiques, et il s'explique très facilement. Nous savons

que le courant ascendant resserre les vaisseaux sans produire, comme les courant induits, un rétrécissement complet, tandis que le courant descendant augmente l'afflux du sang. Dans le premier cas, nous produisions donc la décongestion de la matrice ; dans le cas contraire, nous augmentions la congestion existant d'une manière chronique. De là, la diminution ou l'augmentation du flux leucorrhéique.

Nous n'avons pas besoin d'insister sur l'importance de ce fait, qui vient démontrer non seulement l'utilité des études physiologiques, mais encore les avantages que l'on peut tirer des courants continus, et leur différence d'action selon le mode d'emploi.

Frappé du résultat obtenu dans ce cas par les courants continus, nous avons essayé ce traitement dans deux autres cas, où les malades, présentant plusieurs phénomènes hystériques, se plaignaient en même temps de flueurs blanches abondantes.

L'une de ces malades, âgée de trente-cinq ans, confectionneuse, avait eu six enfants, mais depuis ses dernières couches qui dataient de cinq mois, elle était devenue très anémique, et à côté de symptômes hystériques très marqués, elle avait depuis cette époque un écoulement leucorrhéique très fort et d'une couleur jaune. Dès la première séance d'application des courants continus (pôle positif sur le col), l'écoulement fut diminué pendant près d'un jour. Mais le surlendemain, il redevint aussi abondant. De nouvelles séances firent de nouveau diminuer le catarrhe, et en même temps les phénomènes hystériques disparurent. Cette malade ne vint nous trouver que cinq fois pendant le traitement, les flueurs blanches avaient diminué, mais nous ne savons si l'amélioration s'est maintenue.

— L'autre observation est plus complète, en ce sens que nous avons pu mieux suivre la malade. Mme R..., âgée de vingt-quatre ans, mariée depuis trois ans, et n'ayant pas eu d'enfant, se plaint de douleurs dans les reins et d'une pesanteur dans le bas-ventre ; elle a en même temps des flueurs blanches abondantes. Elle a été soignée antérieurement par un médecin qui a pratiqué plusieurs fois des cautérisations au nitrate d'argent sur le col de la matrice. A l'examen, au moyen du spéculum, nous constatons, à

gauche du museau de tanche, une cicatrice assez grande due probablement aux cautérisations ; il n'y a pas d'ulcération, mais l'ouverture du col est rouge et couverte d'un mucus épais et jaunâtre.

Depuis plusieurs mois la malade suivait un traitement tonique, fer, vin de quinquina. Elle prenait en même temps des injections au tannin et avec de l'eau alcoolisée, sans que la plupart des phénomènes fussent notablement amendés.

Nous essayâmes l'emploi des courants continus en mettant le pôle positif sur le col de la matrice, et le pôle négatif sur la région lombaire. L'excitateur que nous mettions sur le col n'était pas celui que l'on emploie d'ordinaire et qui se termine par une olive très grosse; nous avions préféré nous servir d'un excitateur terminé par une olive moins épaisse, afin de pouvoir mieux la fixer sur l'ouverture du col. Le courant employé était de vingt-cinq éléments Remak, et la durée de chaque séance de quinze minutes.

Au bout de huit séances, les flueurs blanches avaient disparu, ou au moins avaient tellement diminué que la malade se considéra comme guérie.

— Nous avons également observé une influence assez nette sur la circulation ovarienne, chez une jeune fille qui souffrait d'une aménorrhée, et chez laquelle, au moment des règles, il y avait des douleurs très vives. Nous avons employé l'électrisation par les courants continus, même pendant l'époque menstruelle, et nous avons nettement observé que l'application du pôle positif sur les vertèbres dorsales ou sur le creux épigastrique et du pôle négatif sur la région ovarienne amenait une augmentation de l'écoulement sanguin, ce qui n'avait pas lieu en changeant la direction du courant, c'est-à-dire en plaçant le pôle positif sur la région ovarienne.

Influence des courants électriques sur les sécrétions.

Nous n'avons étudié jusqu'à présent que les phénomènes vasculaires qui se passent du côté de la matrice, parce que ce sont les plus simples et les plus nets à observer au point de vue des changements de vascularité; mais, dans toutes les affections, il est certain que l'influence des courants sur la circulation doit être la cause principale de la modification des tissus, et de l'amélioration des symptômes pathologiques. On pourrait presque faire rentrer dans cette étude toutes les affections traitées avantageusement par l'électricité, mais nous nous bornerons à signaler encore comme

rentrant plus particulièrement dans ce chapitre l'influence des courants électriques sur les sécrétions.

Les sécrétions sont d'autant plus abondantes que les glandes reçoivent une plus grande quantité de sang; on comprend donc que tout agent qui peut augmenter la circulation dans les glandes parviendra par cela seul à agir sur les sécrétions.

L'expérience de Claude Bernard, sur la glande sous-maxillaire, démontre très nettement l'influence des courants électriques sur la sécrétion de la salive. Après avoir découvert cette glande, Claude Bernard électrise toute la glande avec des courants induits et ne constate aucune augmentation de la sécrétion de la salive; il électrise les filets du sympathique, et les vaisseaux se rétrécissant, l'afflux du sang diminue et par suite la sécrétion. Tandis qu'en électrisant la corde du tympan, le sang arrive avec abondance dans les vaisseaux, il passe rouge avec des battements des artères dans les veines, et la sécrétion salivaire devient excessivement abondante. Cela est tellement remarquable, que MM. Dastre et Morat en ont fait le type de leurs nerfs dilatateurs. Cet effet est également obtenu par les courants continus, mais dans une moindre proportion. En mettant à nu le nerf auriculo-temporal et en électrisant le bout central avec un courant continu, nous avons obtenu également une hyperhémie vasculaire dans l'oreille du même côté. Mais ce qui montre à la fois que cette action est réflexe et que la direction des courants est d'une grande importance, c'est que cet effet n'est produit qu'avec un courant centripète. Néanmoins nous n'avons jamais observé dans cette expérience une congestion aussi forte que dans le cas où l'on électrise le nerf avec les courants interrompus.

Chez un chien de forte taille, nous avons mis à nu la

glande sous-maxillaire. Après avoir isolé la corde du tympan et introduit une canule dans le canal excréteur, nous avons fait passer par toute la glande un courant induit, et comme Cl. Bernard l'avait déjà observé, la sécrétion sous cette influence n'a point été augmentée. Par contre, dans les mêmes conditions, les courants continus rendent la sécrétion plus abondante. En portant les courants électriques directement sur la corde du tympan, les courants continus augmentent encore la sécrétion salivaire, mais dans aucun cas elle n'est aussi abondante que lorsqu'on électrise ce nerf avec des courants induits.

L'effet produit par les courants interrompus est instantané et disparaît dès qu'on cesse leur application. Avec les courants continus, l'effet est plus lent, mais dure encore quelques temps après leur application.

La différence d'action des courants induits et des courants continus est donc la suivante : en agissant sur tous les tissus (ce qui est le cas ordinaire chez l'homme, où l'on peut très difficilement limiter l'action sur un nerf), on ne détermine que peu d'augmentation de sécrétion avec les courants induits, mais cet effet a lieu avec les courants continus. Dans les applications électro-thérapeutiques sur l'homme, ces différences d'action sont très nettes.

Cette action des courants continus sur la sécrétion salivaire a été observée depuis longtemps. A la fin du siècle dernier, dans le *Journal du galvanisme*, on trouve, en effet, la relation suivante : « Si l'on fait passer la commotion de la pile à travers les glandes parotides, il en résulte une abondante sécrétion salivaire, comme le prouve l'observation faite récemment à Gênes, sur la tête de deux bœufs, par les professeurs Brugnatelli et G. Mojon. Aldini avait lui-même

fait la remarque d'un pareil phénomène dans ses expériences sur les décapités. »

La salivation déterminée par les courants continus dure souvent vingt-quatre à quarante-huit heures après l'électrisation.

Nous avons vu un cas où, à la suite de l'emploi de ces courants pour une contracture des muscles du cou, il est survenu une salivation tellement abondante qu'il fallut interrompre le traitement pendant quelque temps.

Dans quelques cas, l'électrisation de la région stomacale amène une augmentation de la sécrétion du suc gastrique, et nous sommes convaincu que, si dans plusieurs cas de constipation opiniâtre on obtient des résultats excellents par l'emploi des courants continus, cela tient autant à l'augmentation de la sécrétion pour ces intestins dont la sécheresse est considérable, qu'à l'influence des contractions des parois.

On peut donc dire, qu'en agissant d'une manière générale et non directement sur les nerfs sensitifs, les courants continus augmentent les sécrétions, bien plus que les courants induits.

Mantegazza a observé qu'en électrisant avec des courants continus, l'estomac de grenouilles, les digestions se faisaient plus rapidement et que les sucs sécrétés par la muqueuse stomacale pouvaient digérer une plus grande quantité de substances albuminoïdes.

Sur des chiens chez lesquels nous avions fait des fistules gastriques, nous avons également vu que l'électrisation de l'estomac par les courants continus déterminait une sécrétion plus abondante; seulement nous n'avons pas constaté si cette augmentation était due à une plus grande quantité de mucus, ou à une plus grande quantité de suc gastrique.

Dans les cas où l'on peut agir directement sur les nerfs sensitifs, et cela n'est pratique que pour les nerfs cutanés, il est préférable d'employer les courants induits, car ils produisent une excitatation bien plus vive. Ce cas se présente surtout pour les glandes mammaires, et c'est ainsi que se comprennent très bien les succès obtenus par ce traitement pour faire revenir ou augmenter le lait chez les nourrices. La première observation de ce genre a été faite par le docteur Aubert (1855). En 1857, A. Becquerel fit également rétablir la sécrétion lactée dans un cas où elle avait complètement disparu à la suite d'émotions morales. MM. Moutard-Martin et Lardeau (*Gaz. des hôpitaux*, 1859), et M. Descivières (*Gaz. des hôpitaux*, 1861) ont observé des cas analogues.

Nous avons nous-même observé trois fois des résultats très avantageux à la suite de l'électrisation des mamelles chez des nourrices qui commençaient à perdre leur lait. Les courants continus, aussi bien que les courants induits agissent dans ces cas; la seule différence consiste dans les sensations plus ou moins douloureuses, certaines nourrices étant plus impressionnables pour les courants induits et d'autres pour les courants continus.

Le docteur Moritz Meyer [1] rapporte une observation où la transpiration normale des pieds, qui avait été suspendue à la suite de refroidissement, fut rétablie par l'électrisation cutanée au moyen des courants induits. A la suite du refroidissement et pendant la perte de la transpiration, les pieds avaient gonflé et étaient devenus douloureux. Le rétablissement de la transpiration cutanée fit disparaître l'œdème et la douleur.

1. *Die Electricität in ihrer Anwendung auf practische Medicin.* Berlin, 1868.

Influence des courants électriques sur les engorgements lymphatiques.

Il nous reste, à la fin de ce chapitre, à signaler l'influence des courants électriques sur les vaisseaux lymphatiques. Nous avons déjà dit que dans les points de contact de la peau et des rhéophores, il y avait une contraction des vaisseaux lymphatiques. C'est même à cette influence que nous attribuons en partie la rougeur que l'on détermine sur la peau aux points d'application des courants. Cette contraction des vaisseaux lymphatiques a pour résultat de faciliter le mouvement de la lymphe, et certes cette action des courants électriques sur laquelle on n'a pas encore insisté doit avoir une certaine importance : car aussi bien pour la lymphe que pour le sang, une circulation plus grande et plus facile doit augmenter les phénomènes nutritifs des tissus. Dans les effets de l'électrisation cutanée, cette influence doit être prise en considération, et nous croyons qu'elle est une des causes principales des effets thérapeutiques que l'on obtient.

Nous avons eu l'occasion d'employer les courants continus dans plusieurs cas d'engorgement glandulaire, et presque toujours avec un résultat avantageux. Comme dans ces cas on n'agit pas seulement sur la contraction des vaisseaux lymphatiques, mais qu'il y a de plus des effets électrolytiques, il est évident que les courants continus ont plus d'action que les courants induits.

Voilà le résumé des faits pathologiques que nous avons observés :

Un étudiant en médecine avait été pris subitement d'un engorgement des ganglions lymphatiques du cou, du côté droit. La tumeur formée était très

volumineuse, grosse à peu près comme un œuf de poule. Elle s'étendait du cartilage thyroïde jusque derrière la branche descendante du maxillaire inférieur. Plusieurs traitements avaient été employés et échouèrent; ni le traitement iodé, ni les toniques, ni les révulsifs, ni les bains de mer, etc., ne parvinrent à faire diminuer la tumeur. Les courants continus employés pendant plusieurs semaines ne donnèrent pas de meilleur résultat.

— Chez une femme atteinte d'atrophie musculaire de l'avant-bras et d'ankylose du poignet, il existait, au niveau du coude, trois petites tumeurs indolentes glissant sous la main, et qui offraient tous les caractères de ganglions lymphatiques engorgés. L'électrisation avec les courants continus, qui fut employée par l'atrophie musculaire, fit en même temps disparaître ces engorgements.

— Un confrère de Dublin, pendant son séjour à Paris, fut pris d'un engorgement considérable à la région parotidienne. Il y avait de plus de l'empâtement, de la douleur et une rougeur très forte de la peau. On pouvait craindre une terminaison par suppuration. Au bout de quelques séances, l'empâtement et la douleur disparurent. L'engorgement ganglionnaire est en voie de guérison et a diminué notablement.

— Un jeune homme, âgé de quatorze ans, avait depuis l'âge de cinq ans, de chaque côté du cou, près de l'angle de la mâchoire, deux petites tumeurs de la grosseur d'un œuf de pigeon. Il nous fut adressé par le docteur Coudereau, pour essayer l'emploi des courants continus. Comme ces tumeurs dataient de la même époque et présentaient le même volume, nous avons cherché à déterminer si un des pôles avait une action plus favorable que l'autre. Du côté droit nous mettions constamment le pôle positif, et sur la tumeur gauche nous placions le pôle négatif. Au bout de vingt-cinq séances, ces engorgements avaient presque complètement disparu ; mais, contre notre attente, c'est la tumeur sur laquelle nous appliquions le pôle positif qui a diminué le plus promptement. La différence était même assez considérable pour qu'il ne soit pas possible d'attribuer cette action à d'autres causes. Ce fait est important, parce que la plupart des auteurs, Remak entre autres, ont donné au pôle négatif une action résolutoire, et n'ont pas admis cette influence pour le pôle positif.

Nous avons eu l'occasion depuis la publication de ces premières observations de traiter un certain nombre de cas, où les ganglions lymphatiques du cou ont diminué rapidement sous l'influence des courants continus. La première modification est un léger ramollissement de la tumeur, qui peu à peu présente des bosselures qui à leur tour diminuent plus ou moins. La guérison complète s'obtient lorsqu'on

agit dans les premiers temps, avant que l'induration n'ait été trop accentuée. Nous avons observé un cas de ce genre chez une chanteuse, où les ganglions amenaient par leur présence une sorte de contracture réflexe, chaque fois que la personne chantait. Au bout de fort peu de séances, les ganglions ont diminué, puis ils ont disparu complètement. Nous avions en même temps peut-être aidé à cette action thérapeutique en mouillant les tampons avec une solution d'iodure de potassium au vingtième, au lieu d'employer de l'eau ordinaire.

CHAPITRE IV

INFLUENCE DES COURANTS ÉLECTRIQUES SUR LE SYSTÈME NERVEUX

RECHERCHES PHYSIOLOGIQUES

En lisant la plupart des auteurs qui se sont occupés de l'influence de l'électricité sur le système nerveux, on est frappé du grand nombre d'expériences qui ont été faites sur ce sujet, comme des contradictions qui existent non seulement d'un expérimentateur à l'autre, mais souvent chez le même expérimentateur. Aucune partie de la science peut-être ne renferme autant de faits opposés. Cela s'explique facilement, car les conditions de l'expérimentation sont très compliquées ; il faut en effet, tenir compte non seulement de la force des courants, mais encore de leur direction, de la fonction du nerf, de son état d'excitabilité, de ses rapports avec les centres nerveux. En traitant chaque cas séparément, et en mentionnant les seuls faits que l'expérience a mis hors de doute, nous espérons pouvoir ramener tous ces faits à quelques lois simples, qui peuvent être facilement retenues et qui doivent constamment guider le médecin dans les applications thérapeutiques.

§ 1. — De l'influence des courants continus sur les nerfs moteurs.

Nous posons d'abord les principes suivants :

Quand on électrise des nerfs mixtes en communication avec la moelle, les contractions peuvent être réflexes; il est donc nécessaire, pour bien distinguer ce qui est dû à l'influence *directe* du nerf moteur, de séparer le nerf de la moelle. Il est inutile de dire qu'il faut au contraire que le nerf soit relié à la moelle, lorsqu'on étudie l'influence de l'électricité sur les nerfs sensitifs.

A. — *Courant direct, centrifuge ou descendant.* — Lorsque sur un nerf, le sciatique par exemple, on place les électrodes d'une pile, de manière que le pôle positif soit placé au-dessus du pôle négatif, on observe une contraction au moment où l'on ferme le circuit, et dans certains cas, au moment où l'on cesse le courant. Pendant tout le temps que le courant circule, il n'y a pas de contraction, à moins qu'il n'y ait des variations d'intensité.

Si l'on emploie un courant très faible, ou si la grenouille est déjà épuisée, on n'obtient de contraction qu'au moment de la fermeture et rien à l'ouverture du courant.

Si le courant est moyen, ou même avec un courant assez faible et si la grenouille est très vivace, on obtient une contraction à la fermeture et à l'ouverture du courant. La contraction produite à l'ouverture du courant est toujours plus faible que celle qui a lieu à la fermeture.

B. — *Courant inverse, centripète ou ascendant.* — Si, sur

un nerf, on fait agir un courant inverse ou ascendant, on n'obtient de contraction qu'à l'ouverture du courant, lorsque le courant est faible.

Lorsque le courant est fort, on obtient des contractions comme dans le cas d'un courant direct, à la fermeture et à l'ouverture.

En mesurant au dynamomètre les contractions dues à l'application d'un courant électrique sur le nerf, on reconnaît que la contraction éveillée par l'introduction du courant direct dans un nerf est toujours notablement plus forte que celle qu'éveille dans les mêmes conditions le courant inverse (Matteucci).

En opérant d'abord avec un courant assez faible pour ne produire aucune excitation sensible, puis, en augmentant graduellement l'intensité du courant, on obtient pour *premier* phénomène la contraction au moment où le courant direct commence à passer; le courant inverse, pour produire une contraction au moment où il cesse de passer, nécessite un courant un peu plus fort (Matteucci).

Le courant direct agit donc sur la contraction musculaire plus énergiquement que le courant inverse. Cette loi explique pourquoi, dans l'expérience de Marianini, en faisant passer un courant d'un bras à l'autre, c'est dans le bras en contact avec le pôle négatif que la contraction a le plus d'énergie. C'est en effet dans ce membre que le courant est direct.

La même raison explique la plupart des faits observés par M. Chauveau.

Ce physiologiste a voulu poser en loi que le courant électrique n'agit qu'en son point de sortie, c'est-à-dire du côté du pôle négatif. Dans ce cas encore, il doit y avoir des filaments nerveux parcourus par le courant direct, ce qui

détermine évidemment des contractions plus énergiques dans les muscles situés près du pôle négatif.

Nous pouvons conclure de tous ces faits que *le courant direct ou descendant est celui qui agit le plus énergiquement sur le nerf moteur*.

§ 2. — De l'influence des courants continus sur les nerfs sensitifs.

L'excitation des nerfs sensitifs ne peut avoir pour conséquence que des phénomènes de douleur ou des contractions par action réflexe. Dans tous les cas, pour que les nerfs sensitifs puissent fonctionner ou déterminer une action résultant de leur excitation, il est nécessaire qu'ils soient reliés à la moelle. Ils sont, pour ainsi dire, à l'égard de la moelle ce que les nerfs moteurs sont pour les muscles; ils transmettent leur excitation aux cellules nerveuses de la moelle, de même que les nerfs moteurs la transmettent aux muscles, et tous deux mettent en activité les éléments auxquels ils aboutissent et dont ils sont les excitants naturels.

A. — *Courant direct.* — Le courant direct agit fort peu sur les nerfs sensitifs; sur les nerfs mixtes, il éveille surtout, comme nous venons de le dire plus haut, des contractions dans les muscles qui reçoivent les branches du nerf moteur. En général, il détermine fort peu de phénomènes de sensibilité au moment de la fermeture, mais très souvent le contraire a lieu au moment de l'ouvertnre. Nous aurons à revenir sur cette dernière action lorsque nous étudierons, au point de vue physiologique, les courants de polarisation.

B. — *Courant inverse.* — Le courant inverse détermine des phénomènes de sensibilité, et de plus, des mouvements mus-

culaires dans le dos et dans les membres supérieurs. Au moment de son application, l'animal pousse souvent des cris, et chez la grenouille, comme chez les chiens et même chez l'homme, il y a, sous le rapport de la sensation et de la douleur, une différence très grande entre le courant descendant et le courant ascendant.

Sur les nerfs des sens, les courants électriques déterminent des effets différents selon la nature du nerf ; mais les effets produits durent souvent pendant tout le temps du passage de l'électricité.

Lorsqu'on applique du côté de la tête un courant continu de moyenne intensité, et chez les personnes nerveuses un courant même faible, on éprouve dans la bouche, pendant tout le temps que le courant circule, un goût métallique très prononcé. La plupart des personnes comparent ce goût à celui du fer ou mieux du cuivre, et souvent le conservent plusieurs heures après l'électrisation. Cette sensation est le résultat, non pas d'une décomposition des sels qui peuvent être dans l'organisme, mais de l'excitation des nerfs du goût. Une compression de ces nerfs, ou certains états pathologiques produisent le même effet, de même que pour le nerf optique, les phosphènes ont lieu avec d'autres excitants que les courants électriques.

Appliqués dans le voisinage du nerf acoustique, les courants voltaïques donnent lieu à des phénomènes de bourdonnements, surtout chez les personnes qui ont un peu de surdité ; ces bourdonnements durent souvent tout le temps que le courant passe.

Ces phénomènes sont importants, parce qu'ils prouvent que les courants continus agissent sur les nerfs sensitifs pendant toute la durée de leur passage, et non pas seulement au moment de leur fermeture et de leur ouverture.

Le nerf optique ne donne le phénomène des phosphènes qu'au moment de l'application et de la cessation du courant.

Les faits que nous avons rapportés au commencement de ce paragraphe, qui seront d'ailleurs confirmés par ceux que nous allons étudier dans les paragraphes suivants, nous permettent d'établir la loi suivante :

Le courant inverse ou ascendant est celui qui agit le plus énergiquement sur les nerfs sensitifs.

§ 3. — De l'influence des courants continus sur les nerfs mixtes.

Dans un nerf mixte, nous devons retrouver les deux lois précédentes, car nous agissons ainsi à la fois sur les nerfs moteurs et sur les nerfs sensitifs. Aussi on obtient à la fois les contractions que nous venons de mentionner et des phénomènes de sensibilité, des signes de douleur et des contractions réflexes dans d'autres muscles. Les phénomènes de sensibilité ont lieu surtout à la cessation du courant direct et à la fermeture du courant inverse.

En préparant une grenouille à la manière de Galvani et en faisant plonger chacune des pattes dans un verre rempli d'eau ordinaire en rapport avec un des pôles de la pile, on peut très bien étudier l'influence de la direction des courants sur les contractions musculaires. Dans cette expérience, en effet, l'une des pattes A, celle qui plonge dans le verre où se trouve le pôle positif, est parcourue par un courant ascendant $p\ n$ (fig. 107), l'autre patte B au contraire, par un courant descendant $p'\ n'$. Dans ce cas, comme l'ont vu depuis longtemps Aldini, Marianini, Ritter, etc., on

obtient dans les premiers instants des contractions dans les deux jambes au moment de la fermeture et de l'ouverture

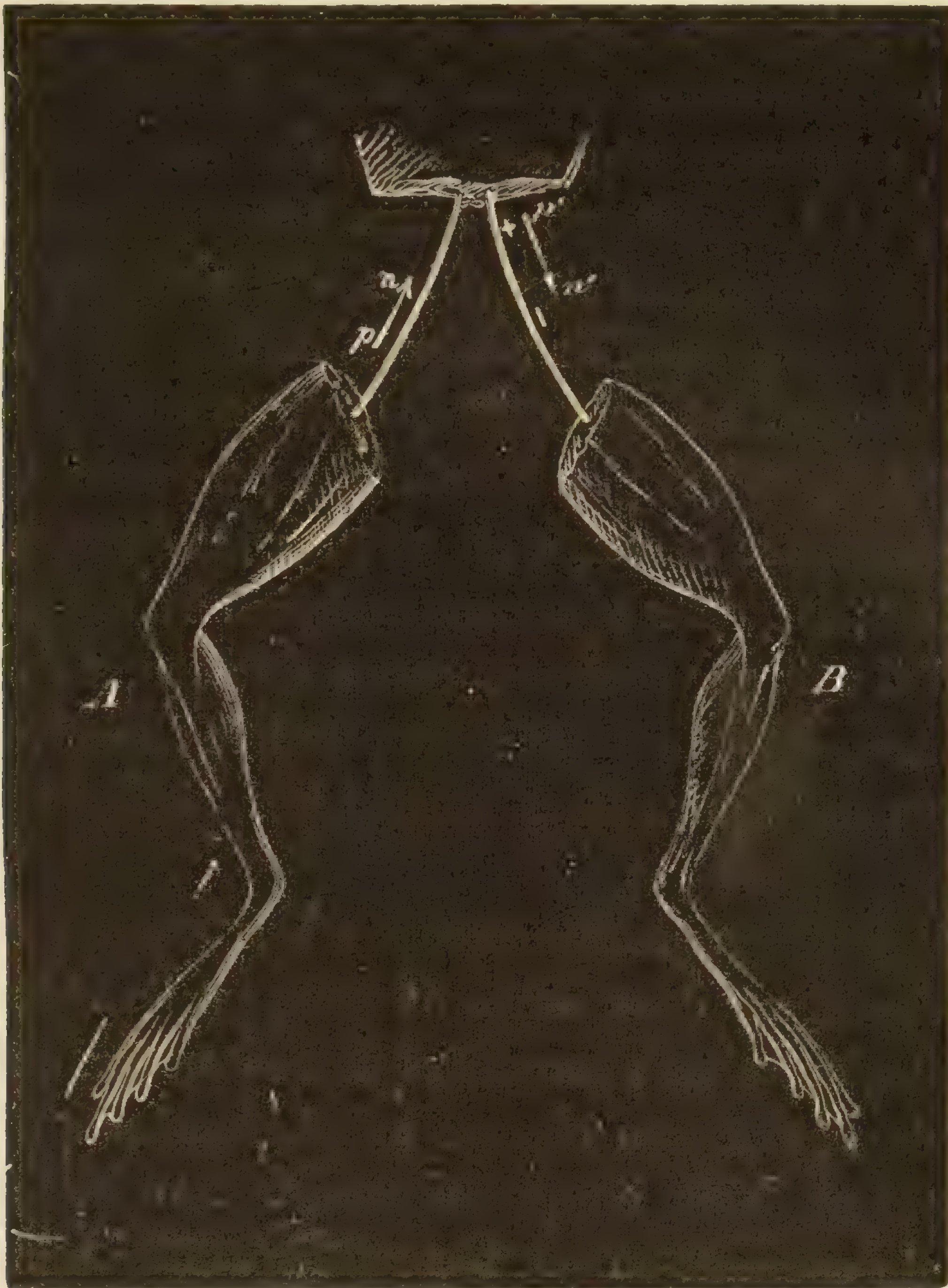


Fig. 107.

du courant. Les contractions de la fermeture sont toujours plus énergiques que celles qui ont lieu à l'ouverture.

Lorsque le courant est très faible et surtout lorsque le nerf a perdu un peu de son excitabilité, on n'obtient plus que des contractions à la fermeture dans la jambe parcourue

par le courant direct et à l'ouverture dans la jambe parcourue par le courant inverse.

Ces contractions sont bien dues à l'excitation des nerfs qui unissent les deux jambes ; c'est-à-dire que le courant électrique agit sur la fonction nerveuse et que les nerfs ne servent pas simplement de conducteurs. En effet, ayant fait la même expérience avec une grenouille empoisonnée par le curare ou à laquelle nous avions écrasé les nerfs, nous n'avons plus obtenu ces alternatives, et à moins d'employer un courant plus fort et d'humecter les nerfs, on ne remarque aucune contraction musculaire. Cette expérience est en même temps une des plus concluantes pour montrer combien la substance nerveuse est un mauvais conducteur de l'électricité ; car, dans ce cas, son excitabilité étant détruite, elle ne doit agir que comme corps conducteur ; si l'on remplace le nerf par tout autre tissu ou par un fil de soie humide, on obtient des contractions musculaires bien plus énergiques.

En plaçant la grenouille, préparée à la manière de Galvani, à cheval sur deux verres où plongent les rhéophores d'une pile, outre les alternatives de contraction que nous venons de signaler, on observe un phénomène qui a une grande valeur. Voilà en quoi il consiste : en prolongeant l'action du courant, on voit bientôt disparaître toute contraction dans le membre parcouru par le courant direct, tandis que la contraction devient plus forte dans le membre parcouru par le courant inverse. La contraction qui, dans le commencement, se faisait à la fermeture dans le membre où circule le courant direct, ne se produit plus, même à la fermeture ; par contre, pour le membre parcouru par le courant inverse, la contraction qui n'avait lieu qu'à l'ouverture du courant se produit maintenant, non seulement à

l'ouverture, mais encore à la fermeture. De plus, en agissant directement sur les nerfs avec un courant électrique ou un excitant mécanique ou chimique, on constate toujours que le nerf qui a été parcouru par le courant direct a perdu son excitabilité, tandis que l'excitabilité du nerf de la jambe opposée qui était sous l'influence d'un courant inverse a non seulement été conservée, mais même a été notablement augmentée.

Donc, l'*excitabilité des nerfs est diminuée par un courant direct ou descendant et elle est augmentée par un courant inverse ou ascendant.*

Comme conséquence de cette loi, nous avons encore la proposition suivante, qui est confirmée d'ailleurs par l'expérience : *Un nerf fatigué par le courant descendant regagne de l'excitabilité par le courant ascendant, et un nerf dont l'excitabilité a été augmentée par le courant ascendant perd son excitabilité par un courant descendant* (Volta, Lehot, Marianini).

Sur les grenouilles très vivaces, qui ont été assujetties pendant un certain temps au passage du courant, il arrive souvent que la contraction éveillée dans le membre inverse à l'ouverture du circuit, *n'est pas un phénomène instantané, mais un état tétanique qui dure plusieurs secondes* (Ritter). *Il suffit, dans ce cas, pour arrêter ces contractions tétaniques, de rétablir le courant primitif.*

La cause de l'augmentation de l'excitabilité des nerfs, sous l'influence d'un courant ascendant, dépend à la fois du nerf et de la moelle.

Dans la grenouille préparée à la manière de Galvani, les nerfs des membres inférieurs restent reliés à la moelle et l'excitabilité des nerfs du côté du membre parcouru par le courant ascendant peut donc tenir à une influence du centre

spinal. Cette influence est réelle comme nous avons pu nous en assurer. En détruisant complètement la moelle au moyen d'un stylet et en faisant passer dans ces conditions un courant d'un membre à l'autre, on observe encore une excitabilité plus grande dans le nerf parcouru par le courant inverse que dans celui parcouru par un courant direct, mais son excitabilité est bien moins augmentée que dans le cas où la moelle est intacte.

L'influence de la moelle agit donc pour augmenter l'excitabilité des nerfs périphériques parcourus par un courant inverse; mais cette augmeutation est également due à une action directe des courants électriques sur les nerfs.

Matteucci a fait l'expérience suivante : sur une grenouille qui présente manifestement un état tétanique dans le membre à l'ouverture d'un courant inverse, après avoir laissé le circuit fermé pendant quelque temps, il coupe le nerf ou près de la moelle épinière, ou, au contraire, au point où il entre dans les muscles de la cuisse. Dans le premier cas, l'interruption du circuit ainsi produite éveille comme d'ordinaire la contraction tétanique, tandis qu'il n'arrive rien quand le nerf a été enlevé tout entier. Cette expérience prouve que la présence du nerf est nécessaire pour produire ce phénomène, et, de plus, que la modification directe éprouvée par le nerf est la cause de cet état tétanique.

Ajoutons ce fait que nous avons constaté et qui est important dans l'explication du phénomène, comme nous le verrons plus loin, que lorsqu'on coupe le nerf entre deux pôles, il ne survient pas de contraction, ou tout au moins jamais de contraction tétanique.

§ 4. — De l'influence des courants continus agissant à la fois sur les nerfs et sur les muscles non dénudés.

Jusqu'à présent nous avons étudié l'influence des courants électriques dans les cas où l'on met directement en contact les rhéophores avec les nerfs dénudés. Ce sont là des conditions très simples d'expérimentation, mais qui n'ont jamais lieu dans les applications médicales, car on n'applique jamais les courants électriques directement sur les nerfs, ceux-ci étant toujours recouverts d'une couche plus ou moins épaisse de différents tissus.

On peut, dans l'électrisation de l'homme, distinguer deux cas : celui où l'on place les rhéophores suivant le trajet d'un nerf et dans des régions où il est très superficiel, et celui où l'on place l'un des rhéophores sur le trajet du nerf et l'autre sur les muscles auxquels se distribue ce nerf. Dans le cas où l'on place les rhéophores sur le trajet du nerf, on rentre en grande partie dans les conditions d'une action directe sur les nerfs périphériques; seulement comme le nerf n'est pas en contact immédiat avec les électrodes, les produits de l'électrolyse ne s'y accumulent pas, et l'on est ainsi à l'abri des actions chimiques que les courants électriques peuvent déterminer sur les filets nerveux.

Il nous reste à étudier l'influence de l'électricité dans le cas où l'on agit à la fois sur le nerf et sur le muscle.

Si l'on fait passer un courant électrique d'une jambe à l'autre d'une grenouille non dépouillée, mais dont on a séparé la tête du tronc pour empêcher toute action volontaire, on remarque que l'on n'obtient plus que très difficilement les alternatives de contractions que nous avons si-

gnalées plus haut. C'est toujours, *quelle que soit la direction du courant*, au moment de la fermeture que l'on obtient les contractions les plus énergiques.

Les contractions les plus fortes et les plus complètes n'ont plus lieu, dans ce cas, dans le membre parcouru par le courant direct, mais, au contraire, dans le membre parcouru par le courant ascendant. C'est à la fermeture et non à l'ouverture que ces contractions ont lieu, et elles durent encore sous la forme de contractions partielles ou fibrillaires pendent quelque temps après la fermeture du courant. Lorsque l'animal commence à être fatigué, les contractions apparaissent de nouveau à l'ouverture du courant.

Si l'on diminue ou si l'on détruit la moelle, si l'on empoisonne l'animal par des narcotiques, les contractions, qui primitivement étaient très fortes dans le membre parcouru par le courant ascendant, diminuent très notablement en énergie et en étendue ; c'est dans le membre opposé que les contractions sont alors plus marquées.

Chez des animaux robustes, en électrisant à travers l'épiderme, on n'obtient, en général, des contractions énergiques qu'au moment de la fermeture. Il en est de même chez l'homme.

Chez l'homme, dans les cas pathologiques, où la sensibilité se trouve diminuée, on détermine également les contractions les plus énergiques en employant un courant descendant, tandis qu'à l'état normal, et surtout chez les personnes très excitables, c'est avec un courant ascendant que l'on obtient les plus fortes contractions. Dans les cas d'anesthésie, le courant ascendant donne lieu à des contractions très faibles.

Ces faits, que nous avons vérifiés plusieurs fois, et qui seront encore confirmés par ceux que nous étudierons lorsque nous examinerons l'influence des courants élec-

triques appliqués directement sur la moelle, prouvent d'une manière très nette que le courant ascendant détermine des *contractions réflexes* dans les muscles du membre qu'il parcourt.

Il est une autre circonstance que l'on oublie dans les faits que nous venons de rapporter et qui permet de considérer au moins une partie de ces contractions comme étant non *réflexes* mais *induites*. On sait, en effet, que l'excitation

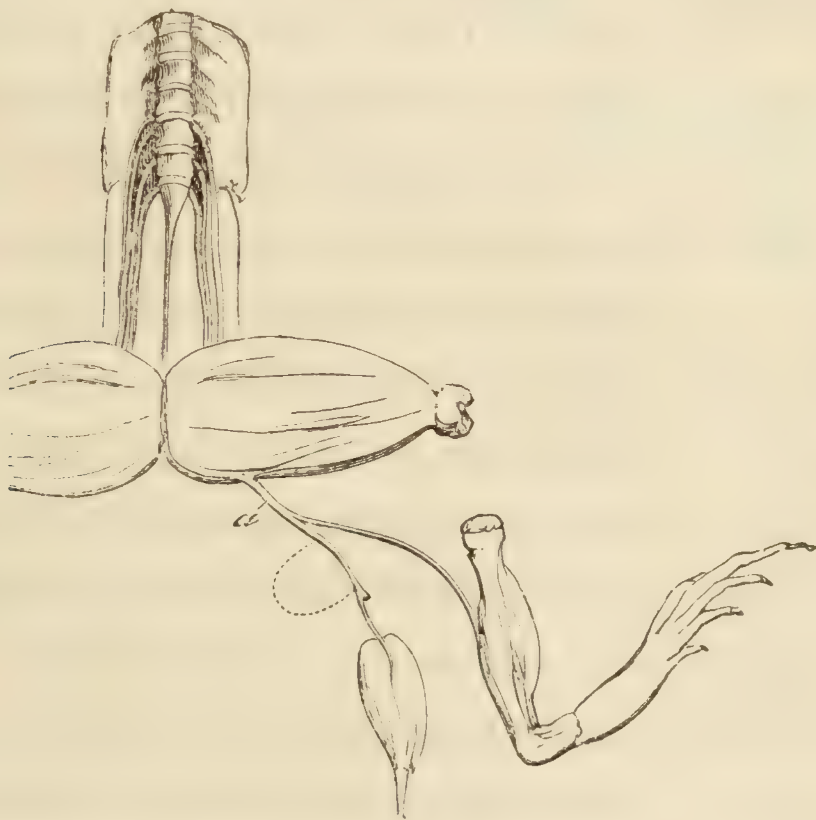


FIG. 108.

électrique d'un nerf détermine, dans un autre nerf en contact avec lui, un changement d'état qui se manifeste par la contraction du muscle auquel le nerf est resté attaché (fig. 108). Ce fait, découvert par M. du Bois-Reymond, a reçu le nom de contraction induite; il peut également s'énoncer ainsi : l'*état d'activité d'un nerf peut mettre un nerf voisin dans ce même état, sans que ces nerfs soient reliés à un centre nerveux.* Cette proposition ainsi énoncée paraît bien hardie, et cependant elle est l'expression réelle du phénomène dé-

couvert par l'expérience. En effet, en mettant sur le nerf du muscle *M* (fig. 109) un courant *p n*, dont les points de contact sont en *a* et *b*, c'est dans cette seule partie du nerf que le courant électrique circule, et la contraction du muscle a lieu non parce que le courant électrique arrive jusqu'au muscle, mais parce que le nerf se trouve excité en un de ses points. Toute la partie *b c* n'est donc point traversée par le courant; c'est sur cette portion que repose le nerf du muscle *M'*, et c'est le changement d'état qu'éprouve cette portion qui détermine l'excitation du nerf moteur du muscle *M'*. Nous ne pouvons examiner ici les différents cas physiologiques ou pathologiques dans lesquels on pourrait tenir compte de cette proposition, mais en restant dans le sujet qui nous occupe, nous croyons que ce fait expérimental doit être pris en considération dans les conditions d'électrisation des nerfs mixtes. D'ailleurs lorsqu'on détruit la moelle, ce n'est pas toujours immédiatement que les contractions deviennent plus faibles dans le membre parcouru par le courant ascendant, ce n'est qu'au bout d'un certain temps, très court, il est vrai, que ce phénomène se produit. Il est permis d'admettre que les premiers instants où les contractions se maintiennent encore énergiques, cela est dû à l'influence directe des nerfs sensitifs sur les nerfs moteurs.

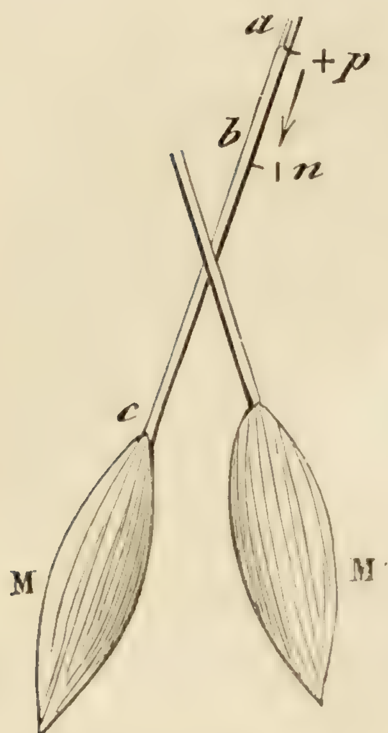


Fig. 109.

Nous pouvons résumer ce paragraphe par les conclusions suivantes :

Lorsqu'on agit à la fois sur les nerfs et sur les muscles, les contractions les plus fortes ont toujours lieu au moment

de la fermeture, quelle que soit la direction des courants.

C'est dans le membre parcouru par un courant ascendant que les contractions ont le plus d'énergie lorsque la sensibilité est conservée. Lorsque celle-ci est abolie ou diminuée, les contractions, sous l'influence d'un courant ascendant sont très faibles. Elles sont dans ce cas bien plus fortes, lorsqu'on emploie un courant descendant.

§ 5. — **De l'état électrotonique ou électrotone.**

Il nous reste à étudier l'effet que détermine dans le nerf le passage d'un courant continu. Si l'on fait passer un courant galvanique constant par une fraction quelconque d'un nerf, celui-ci éprouve sur toute sa longueur un changement d'état, qui se manifeste par une augmentation ou une diminution de son courant électrique propre. Si le courant de la pile a une direction semblable à celle du courant nerveux, celui-ci est augmenté d'intensité; il est au contraire diminué si la direction des deux courants est inverse. C'est à ce phénomène que M. du Bois-Reymond a donné le nom d'*état électrotonique* du nerf. Il distingue deux phases différentes dans cet état, celle pendant laquelle le courant nerveux éprouve une augmentation d'intensité, qu'il appelle *positive*, et celle pendant laquelle il éprouve une diminution et qu'il nomme *négative.*

Donc, au moment où l'on fait passer un courant voltaïque P (fig. 110) dans une portion d'un nerf, un courant de même sens se produit dans toute la longueur du nerf, et cela au-dessus et au-dessous du point électrisé. Ce courant est rendu sensible par un galvanomètre G placé sur un point quelconque du nerf.

Ce courant électrique, qui se forme ainsi en dehors des

points directement électrisés, n'avait été obtenu jusqu'à ces derniers temps que sur la fibre nerveuse. On pouvait donc logiquement en conclure que ce phénomène était spécial pour les nerfs, et qu'il était en rapport intime avec le fonctionnement de ces derniers. M. du Bois-Reymond admet que l'état électrotonique est dû à une polarisation moléculaire du nerf analogue à celle qui est déterminée dans tous les corps conducteurs par l'effet du passage d'un courant électrique. Cette polarisation consiste en ce que les molé-

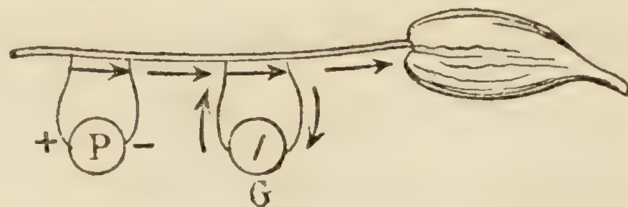


Fig. 110.

cules nerveuses, douées de deux pôles électriques, tournent toutes leurs pôles positifs du côté vers lequel se dirige le courant et leurs négatifs du côté où il entre. Sous l'influence d'un courant extérieur, les molécules nerveuses se disposent les unes à la suite des autres, suivant le mode désigné sous le nom de polarisation, et prennent cette disposition, même dans les portions du nerf non traversées directement par le courant. Il en résulte la circulation dans le nerf d'un courant nouveau qui doit augmenter ou diminuer, suivant sa direction, le courant nerveux lui-même.

Avant de mentionner les expériences de Matteucci, qui semblent réduire ces différents états à de simples actions chimiques, nous devons encore rapporter les faits découverts par M. Pflüger.

Selon ce physiologiste, un courant voltaïque passant dans une longueur déterminée d'un nerf, décompose le nerf en deux parties différentes au point de vue physiologique.

La portion du nerf qui se trouve en contact avec le pôle positif (anode) perd son excitabilité, et cet état a reçu le nom d'*anélectrotonique;* près du pôle négatif (cathode), l'excitabilité est au contraire augmentée, et cet état est désigné par le mot de *catélectrotonique.* Ces changements d'état, non seulement se trouvent aux points de contact des pôles, mais encore dans le voisinage de ceux-ci; de plus on les observe surtout avec des courants modérés. Ils augmentent avec l'intensité du courant jusqu'à un certain maximum, diminuent ensuite, disparaissent et passent aux effets opposés.

Voici l'expérience fondamentale de M. Pflüger : Pendant qu'un courant traverse une portion du nerf, il humecte le nerf avec de l'eau salée. A l'état normal, le contact de l'eau provoque constamment des contractions musculaires; mais lorsque le courant est établi, du côté du pôle positif, cet excitation ne détermine aucune contraction, tandis qu'elle en détermine près du pôle négatif. Avec un courant ascendant, c'est-à-dire lorsque le pôle négatif est placé plus loin des muscles que le pôle positif, on obtient le même effet, ce qui démontre que l'excitabilité déterminée au pôle négatif est assez forte pour arriver aux muscles en traversant une portion de nerf parcourue par un courant et rendue inexcitable en un point.

M. Bezold a repris ses expériences et il a résumé les résultats qu'il a obtenus dans les propositions suivantes :

Pour les nerfs comme pour les muscles, le courant passant dans ces organes d'une manière constante produit pendant tout le temps de son passage, une polarisation moléculaire.

Cet état moléculaire ne détermine d'excitation directe que près du pôle négatif, et le nerf, comme le muscle tout entier, ne sont excités qu'indirectement par l'irritation produite au pôle négatif.

Au moment de l'ouverture du courant, l'excitation n'a lieu directement que près du pôle positif, et les parties qui avoisinent le pôle négatif sont mises dans un état d'irritation par l'influence des excitations nées au pôle positif.

En d'autres termes, à la fermeture du courant, l'excitation est due à la sortie constante du courant, et à l'ouverture ce sont les troubles d'équilibre moléculaire qui amènent pendant quelque temps un état d'irritation.

Nous avons tenu à donner sans aucune critique préalable les expériences de du Bois-Reymond et de Pflüger, mais, à vrai dire, ces expériences n'ont plus guère qu'un intérêt historique, car elles n'ont jamais eu aucune influence pratique et, de plus, elles sont entachées d'une cause d'erreur qui est tellement grande, qu'on est presque obligé de les considérer comme encombrant uniquement la science électrothérapique.

Nous allons démontrer en effet, en nous appuyant d'abord sur les expériences de Matteucci et de Becquerel que ces phénomènes ne sont que le résultat d'actions chimiques, ou de courants électro-capillaires, et de plus nous ferons remarquer que ces phénomènes ont été observés uniquement sur les nerfs mis à nu [1], et que pour la pratique médicale, il faut s'appuyer sur des expériences physiologiques faites dans des conditions moins anormales.

Nous sommes obligés de reprendre la question dès son origine, et d'ailleurs cette discussion est trop importante pour que nous puissions la résumer en quelques lignes.

On sait que lorsqu'on électrise certains corps inorganiques, tels que le platine, il se forme en même temps des

1. On avait cru reconnaître dans le nerf optique, non dénudé des courants électriques, mais M. Herrmann a démontré que ces courants sont des courants d'altération, comme ceux d'un nerf sectionné.

courants secondaires ou *courants de polarisation* dirigés en sens inverse du courant principal. Ces courants sont dus aux actions chimiques qui ont lieu, d'un côté entre les produits de la décomposition électrolytique recueillis sur les électrodes métalliques et d'un autre côté, avec le liquide qui est en contact avec les électrodes. Les produits de la décomposition électrolytique sont, comme on peut s'en assurer à l'aide du papier de tournesol, des alcalis au pôle négatif et des acides au pôle positif. Quand le liquide qui baigne les électrodes est de l'eau pure, les produits de décomposition sont de l'oxygène au pôle positif et l'hydrogène au pôle négatif. Or, dans ce cas, les courants secondaires peuvent encore se former, comme le prouve l'expérience suivante due à Matteucci : Un fil de platine bien dépolarisé est introduit par une de ses extrémités dans une éprouvette pleine de gaz hydrogène et par l'autre dans une éprouvette pleine d'oxygène ; après avoir laissé ce fil en contact pendant quelque temps avec les gaz, on le porte ensuite sur le galvanomètre, et l'on obtient une déviation de l'aiguille.

Si au lieu d'un fil de platine on emploie un cordon trempé dans l'eau salée, un cylindre d'argile imbibé d'eau salée, un morceau d'une substance végétale ou animale, comme des tranches de pomme de terre, des tiges de salade, des muscles, des nerfs, on obtiendra également des phénomènes électriques de même nature. De tous ces corps ce sont les nerfs qui possèdent cette propriété à un degré bien supérieur.

« Je prends dit Matteucci[1], sur un poulet ou sur un lapin qui vient d'être tué, le nerf sciatique, long au moins de 60 à 80 millimètres. Je suppose déjà faite l'expérience par laquelle je puis m'assurer que ce nerf, porté sur les

1. *L'Électro-physiologie* (*Revue des cours scientifiques*, 8 août 1868).

coussins du galvanomètre sans les toucher par les sections internes et étant à égale distance des deux extrémités, ne donne aucun signe de courant électrique. Je prends donc ce nerf et je le pose sur les électrodes de platine, de manière que la longueur parcourue par le courant entre les électrodes soit de 25 ou 30 millimètres, et que les deux bouts du nerf, longs l'un et l'autre de 15 ou 20 millimètres, restent pendants en dehors des électrodes. Alors je fais passer le courant d'une petite pile de huit ou dix éléments pendant un temps qui peut ne pas dépasser une fraction de minute, et que d'ordinaire je fais durer de trente à soixante secondes. Après ce passage, je porte le nerf rapidement sur les coussins du galvanomètre, aussitôt j'ai une forte déviation qui dépend de la durée du passage du courant et de la force de la pile et qui, pour toute la partie du nerf située entre les pôles, indique *un courant contraire au courant de la pile.* Je trouve aussi des indices d'un courant en touchant hors des pôles, c'est-à-dire entre les points du nerf qui étaient au contact du pôle négatif et du pôle positif, ou qui en étaient voisins, sur les points plus éloignés ou neutres qui n'avaient pas été sur le chemin du courant de la pile. Dans ces parties placées en dehors des électrodes, les courants secondaires ont la même direction que le courant de la pile, et l'expérience a prouvé que le courant secondaire le plus fort est toujours celui du bout du nerf qui est au delà du pôle négatif. On a aussi reconnu qu'en prolongeant longtemps le passage au courant ou en employant un courant moins fort, les courants secondaires obtenus dans les parties extérieures finissaient tous par avoir la même direction que le courant intermédiaire, c'est-à-dire par être sur tous les points et entre les électrodes et au dehors contraires au courant de la pile. Si nous nous rappelons ici les principes

connus de l'électrochimie, c'est-à-dire qu'il y a toujours un courant électrique produit au point de contact entre une base et un acide, entre l'eau et l'acide, entre la base et l'eau, courant qui va directement de la base à l'acide, de l'eau à l'acide, de la base à l'eau, nous comprendrons sans peine comment ces effets secondaires se développent dans les nerfs après qu'ils ont été traversés par l'électricité, du moment que nous savons qu'au contact des électrodes les nerfs recueillent les produits de l'électrolysation. »

Pour qu'on obtienne ces courants secondaires, il n'est point nécessaire que le nerf soit frais, il suffit qu'il soit humide et que sa structure ne soit point altérée; ces phénomènes existent encore sur les nerfs des animaux morts depuis plusieurs heures et sur des nerfs plongés pendant plusieurs heures dans l'eau à + 40 degrés. Ils disparaissent dès que l'on comprime le nerf en un point de manière à détruire l'homogénéité du cylindre-axe. Matteucci suppose, d'après des expériences faites sur des corps tels que la craie humide, des morceaux de pomme de terre, etc., qui donnent des courants secondaires bien plus énergiques lorsqu'ils sont parcourus dans le sens de leur axe par un fil métallique, que le cylindre axe joue dans le nerf le rôle de corps meilleur conducteur, et que c'est sur lui que se déposent les produits de l'électrolysation.

Enfin, l'expérience principale de Matteucci consiste à recouvrir de deux couches de fils de chanvre ou de coton un fil de platine long d'un mètre et dont le diamètre est d'un millimètre ; ces fils sont trempés dans l'eau salée et disposés ensuite comme dans l'expérience pour l'électrotone, c'est-à-dire qu'une de leur extrémités porte sur les coussins du galvanomètre, séparés l'un de l'autre par une distance de vingt à vingt-cinq millimètres, tandis que l'autre porte

sur les électrodes de la pile ou sur des coussins communiquant avec ces électrodes. Le courant est à peine formé qu'on obtient un fort courant d'électrotone, même à la distance de 30, 40, 60 centimètres et plus, des électrodes de la pile.

En appliquant sur le fil de platine, ainsi recouvert, des papiers de tournesol, on voit le papier rougir aux points de contact de l'électrode positif, en dehors au contraire, et même à une grande distance de ces points, le papier bleuit et indique par conséquent une réaction alcaline; les effets complètement opposés ont lieu près du pôle négatif[1].

Quant aux phénomènes observés par Pflüger, et qui consistent dans une perte de l'excitabilité près du pôle positif et à une augmentation d'excitabilité près du pôle négatif, Matteucci et Becquerel les expliquent par ce fait qu'au contact du pôle négatif le nerf se charge d'hydrogène et d'alcali et qu'il se charge, au contact du pôle positif, d'oxygène et d'acide. Or, comme Humboldt l'a découvert le premier, l'excitabilité du nerf augmente quand on le tient au contact d'une solution alcaline étendue, tandis qu'elle s'affaiblit au contact d'une solution acide très étendue.

Pour Matteucci, le phénomène de l'électrotone et ceux de l'état catélectrotonique et anélectrotonique sont donc produits uniquement par les actions chimiques qui sont développées par le passage du courant. Il est important de rapprocher cette opinion de Matteucci des conclusions de Bezold qui, tout en étant moins nettes et moins claires semblent donner les mêmes résultats. Les derniers travaux de M. Becquerel l'ont conduit aux mêmes conclusions.

Cette manière de voir est vraie en grande partie, mais

1. M. Schiff a répété les expériences de Matteucci et est arrivé aux mêmes résultats. Nous les avons également vérifiés à plusieurs reprises.

nous croyons cependant qu'elle ne peut expliquer tous les phénomènes.

Il semble en effet qu'il y a dans cette influence des pôles sur l'excitabilité des nerfs autre chose qu'une simple influence d'agents chimiques, car si l'électrotone était un phénomène purement physique, la force du courant ne devrait pas agir différemment selon son intensité, et nous avons vu que, loin d'augmenter avec un courant fort, l'état électrotonique diminue et disparaît complètement.

Enfin l'état anélectrotonique, c'est-à-dire la perte de l'excitabilité près du pôle positif se produit sans que les électrodes soient appliqués directement sur les nerfs. Comme nous le verrons plus loin, nous croyons qu'il y a dans ces cas une influence directe sur l'excitabilité du nerf, qui est due non à des phénomènes de polarisation ou à de simples actions chimiques, mais à une modification fonctionnelle produite par la différence de direction de ces courants.

Les expériences de Matteucci n'en restent pas moins entières et ont une grande importance ; seulement, même en adoptant complètement sa théorie, nous sommes persuadés, d'après nos propres expériences, qu'il faut, dans la plupart des expériences, distinguer deux cas : celui où le nerf jouit de toute son excitabilité et celui où le nerf ne possède plus son excitabilité et agit comme corps conducteur susceptible d'éprouver les phénomènes d'électrolysation.

Dans le premier cas, tout courant, quelles que soient son origine, ses propriétés et sa direction, détermine une excitation du nerf sur lequel il est appliqué. Le nerf frais et vivant entre en activité au moindre ébranlement, à la plus légère irritation, que cette irritation soit mécanique, chimique ou électrique ; il est donc évident que le courant électrique qui modifie profondément l'état moléculaire des corps

qu'il traverse, déterminera l'activité des nerfs et cela que le courant soit ascendant ou descendant et au moment de la fermeture comme au moment de l'ouverture, car dans chacun de ces moments l'état moléculaire est modifié.

Mais au bout de quelque temps, lorsque le nerf est exposé à l'air ou qu'il a été fatigué par le courant, son excitabilité disparaît, et ici interviennent alors des conditions différentes et des phénomènes dus, non à l'action directe du courant sur la portion du nerf électrisé, mais à l'influence des courants dérivés et comme nous venons de le voir à des des courants secondaires ou courants de polarisation.

§ 6. — **Courants dérivés.**

Nous avons dit comment se formaient les courants dérivés et combien ils étaient manifestes dans l'organisme. Cepen-

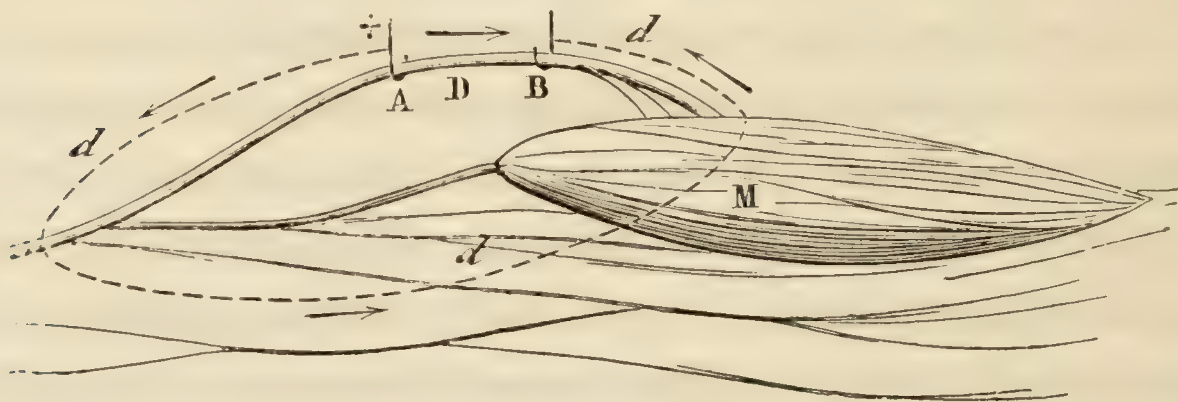


Fig. 111. — Figure servant à expliquer l'action des courants dérivés.

dant, relativement au courant direct, leur action est faible et l'on peut dire, en général, que leur influence chez l'homme ne fait jamais disparaître celle du courant direct. Il n'en est pas de même dans les expériences faites sur les animaux.

Supposons un nerf sciatique parcouru pendant longtemps par un courant direct, et qu'à chaque fermeture du courant

nous avons obtenu une contraction et rien à l'ouverture, nous verrons, à mesure que le nerf perdra de son excitabilité, le phénomène devenir inverse, c'est-à-dire que la contraction aura lieu à l'ouverture et non à la fermeture. Voilà les raisons de ce phénomène : La portion AB du nerf électrisé étant épuisée, le courant direct ADB n'excite plus cette partie et par conséquent ne détermine plus de contraction au moment de sa fermeture. Mais en même temps que le courant direct ADB s'établit entre les points A et B du nerf, il se forme un courant dérivé A *dd* B qui se dirige des muscles de la cuisse au nerf. Ce courant agissant sur les terminaisons nerveuses et par conséquent sur des nerfs non épuisés, déterminera une excitation de ces filets nerveux, et comme il est ascendant, les contractions auront lieu à l'ouverture et non à la fermeture.

On peut s'étonner de l'action considérable des courants dérivés dans l'organisme, et nous avons dit l'erreur que nous avions commise en considérant comme des contractions réflexes des contractions provoquées par des courants dérivés. Il est important de se rappeler ici combien le nerf, en tant que corps conducteur de l'électricité, est mauvais conducteur, et cela nous explique pourquoi, lorsque la résistance pour le courant direct est très forte, les courants dérivés prennent une influence si considérable. (Voir pour cette prédominance des courants dérivés, la première partie de cet ouvrage.)

Pour que les courants dérivés changent ainsi l'ordre des contractions, il faut, comme nous l'avons observé, que la portion du nerf parcouru par le courant direct ne soit plus excitable. En effet, en irritant cette portion du nerf avec des excitations mécaniques ou chimiques, on n'obtient plus de contractions dès que l'influence des courants dérivés apparaît.

Longet et Matteucci ont constaté qu'en électrisant les nerfs mixtes, on obtenait avec un courant direct des contractions à l'ouverture; tandis qu'en électrisant les racines antérieures, c'est-à-dire des nerfs purement moteurs, les contractions avaient lieu au commencement du courant inverse et à l'interruption du courant direct.

MM. Martin-Magron et Rousseau, tout en constatant ce fait, croient pouvoir l'expliquer par les courants dérivés. Cette objection est très sérieuse et très juste; mais nous devons ajouter que dans les expériences de Longet et Matteucci, il faut encore tenir compte d'autres conditions. C'est ainsi que Claude Bernard a observé que la loi des contractions n'est pas la même lorsqu'on agit sur des nerfs mixtes séparés du centre nerveux ou sur ces mêmes nerfs intacts et communiquant avec lui. Dans ce cas, comme dans les expériences de Longet et Matteucci, les contractions avec un courant inverse ont lieu à la fermeture et non à l'ouverture.

Il nous reste à parler des courants de polarisation; ceux-ci n'ont lieu qu'au moment de la cessation du courant, tandis que les courants dérivés existent pendant tout le temps que le courant traverse les tissus.

§ 7. — **Courants de polarisation.**

Nous avons, dans la partie physique, indiqué la nature des courants de polarisation. Nous avons mentionné des expériences faites sur des animaux à sang chaud et à sang froid, et nous sommes arrivés à cette conclusion que dans un tissu organique traversé par un courant, il se formait, au moment de la cessation de l'électrisation, un courant

dirigé en sens inverse. Les expériences de Matteucci, que nous avons rapportées tout au long, confirment cette proposition et donnent l'explication de ces faits. Enfin, nous avons également institué l'expérience suivante, qui est une nouvelle preuve de ce phénomène : Nous immergeons dans deux vases remplis d'eau distillée les extrémités d'un galvanomètre très sensible. En plongeant alors les deux mains dans ces vases, on remarque quelquefois que l'aiguille reste à zéro, d'autres fois qu'elle dévie un peu, tantôt à droite, tantôt à gauche. Cette déviation est toujours faible, mais, malgré cela, il faut en tenir compte.

Retirant alors les mains de ces deux vases, nous les plongeons dans deux autres qui renferment les pôles d'un appareil à courant continu. Après avoir fait passer le courant seulement pendant quelques secondes, nous replongeons les mains dans les vases en contact avec le galvanomètre ; aussitôt l'aiguille est déviée de 30, 40 degrés et même plus, et toujours en sens inverse de la déviation qu'elle éprouverait si elle était influencée par le courant employé. On peut, en mettant toujours les mêmes mains dans les mêmes vases en communication avec le galvanomètre, obtenir une déviation en sens opposé, si une première fois on s'est électrisé avec un courant allant de droite à gauche, et la seconde fois avec un courant allant de gauche à droite. La déviation du galvanomètre est donc bien le résultat de courants électriques qui persistent après l'électrisation et qui ont lieu en sens inverse du courant employé. La déviation de l'aiguille est d'autant plus forte, que le courant a été plus intense ou appliqué plus longtemps. — Elle a lieu rapidement et est quelquefois de longue durée. On l'obtient également si l'on a soin de s'essuyer promptement les mains avant de les mettre en contact avec les fils conducteurs du galvanomètre.

Il se forme donc, au moment de l'ouverture d'un courant, un courant en sens opposé du courant primitif.

Cette proposition peut rendre compte de plusieurs phénomènes que nous avons indiqués dans ce chapitre. Nous savons, en effet, que lorsqu'on fait passer un courant à travers une grenouille galvanoscopique, on obtient à l'ouverture du circuit une contraction seulement dans le membre qui a été parcouru par le courant inverse. Cette contraction est d'autant plus forte que le passage du courant a duré plus longtemps et que son intensité a été plus grande, c'est-à-dire que les actions électrolytiques ont été les plus considérables. Souvent cette contraction devient un véritable état tétanique.

Rappelons qu'avec les courants les plus faibles c'est le courant direct qui détermine le premier une contraction, ce qui démontre que c'est lui qui agit le plus énergiquement sur les nerfs moteurs. Or, lorsqu'un nerf ne produit plus de contraction au moment de la fermeture d'un courant inverse et en produit au contraire à l'ouverture, on doit admettre que la contraction est due, non à la rupture du courant inverse, mais à l'action du courant direct de polarisation qui se forme au moment de l'ouverture du courant inverse.

D'un autre côté, tandis que le nerf moteur est influencé le plus énergiquement possible par le courant descendant, le nerf sensitif est excité surtout par le courant ascendant. Si donc on applique sur un nerf moteur un courant descendant, c'est au moment du passage du courant que le nerf mis en activité provoquera des contractions musculaires. Avec un courant ascendant, comme nous venons de le dire, il se forme à l'ouverture un courant descendant, et c'est en effet, à ce moment, qu'ont lieu les contractions. Pour le

nerf sensitif, le courant ascendant agira au moment de son application, aussi est-ce à la fermeture qu'on obtient des actions réflexes et des signes de douleur. Quant au courant descendant, il ne devra agir qu'au moment de son ouverture, car à cet instant il se produit un courant ascendant; c'est d'ailleurs ce qui arrive, car nous avons dit précédemment que les phénomènes de douleur ont lieu surtout à la cessation du courant direct et à la fermeture du courant inverse.

L'état tétanique obtenu quelquefois dans la patte qui a été parcourue pendant quelques minutes par un courant inverse, est également dû à des courants de polarisation qui se produisent après l'électrisation. Ce qui le prouve, c'est qu'en coupant le nerf entre les deux pôles, c'est-à-dire en empêchant les courants secondaires de se produire, on n'obtient jamais cet état tétanique.

Ces divers phénomènes sont les mêmes pour les animaux à sang chaud. — Nous sommes parvenu à les rendre très visibles au moyen de la méthode graphique. — Les figures 112 et 113 ci-jointes représentent les tracés obtenus par la contraction des muscles de la face en électrisant directement le nerf facial chez un lapin.

La figure 112 représente le tracé obtenu en appliquant directement sur le nerf un courant descendant. On voit dans ce cas que la contraction est très forte à la fermeture du courant (A) et qu'elle tend à s'éteindre. Comme l'excitabilité portée sur le nerf est très vive, il n'y a pas un relâchement brusque de la fibre musculaire, mais un relâchement progressif accompagné de quelques contractions fibrillaires. Cependant c'est toujours à la fermeture que la contraction est la plus énergique, et de plus il y a de nouveau une contraction très manifeste au moment où l'on cesse l'élec-

trisation (au point B). La figure 113 indique le tracé obtenu en électrisant directement le nerf facial intact avec un courant ascendant. On voit entre ce tracé et celui obtenu avec

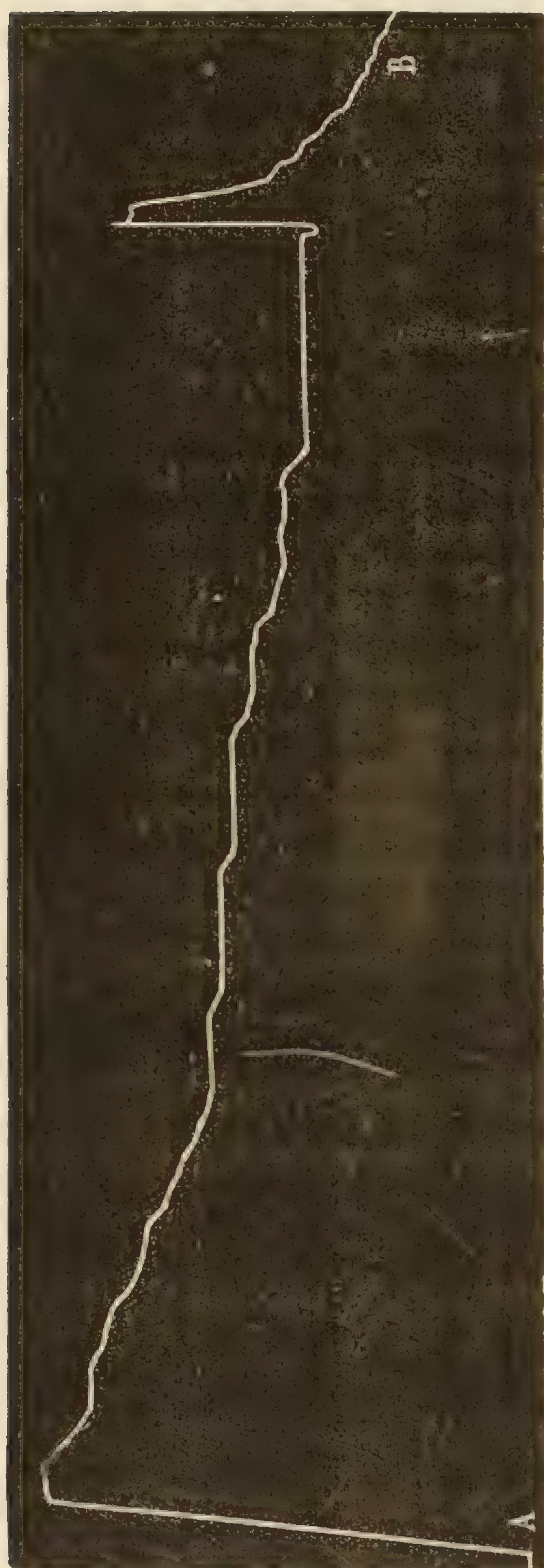


Fig. 112. — Contraction sous l'influence d'un courant descendant appliqué sur le nerf facial d'un lapin.

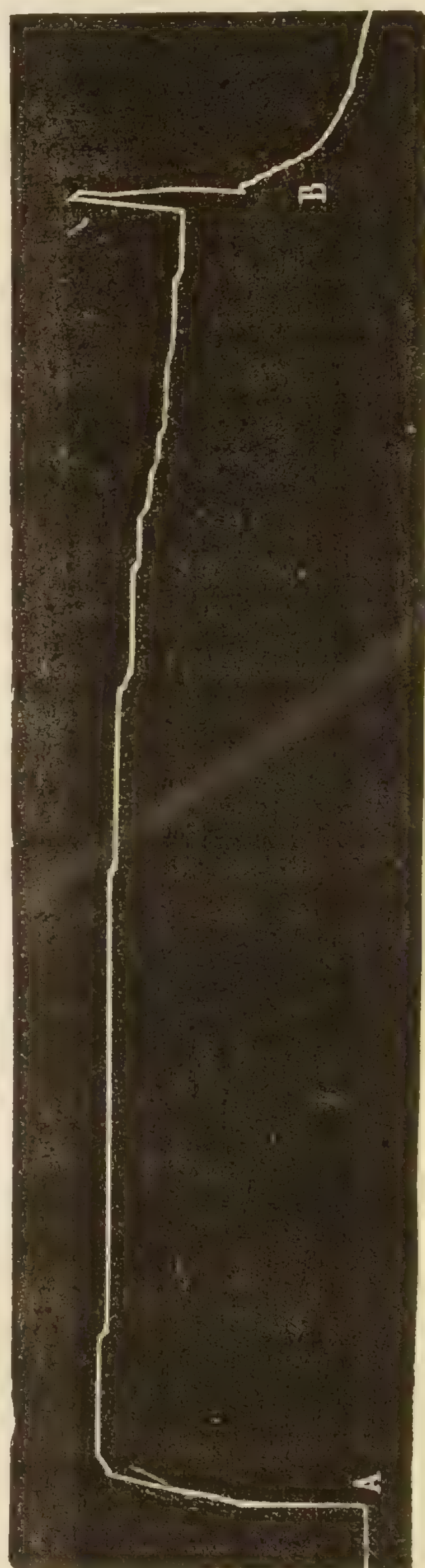


Fig. 113. — Contraction sous l'influence d'un courant ascendant appliqué sur le nerf facial d'un lapin.

le courant descendant, une différence assez notable. La contraction n'est pas aussi forte, mais le muscle reste contracté pendant tout le passage du courant. C'est là une influence caractéristique du courant ascendant, et que nous

retrouverons dans l'étude des contractions galvano-toniques. Dans ces cas, il faut cependant tenir compte de l'action électrolytique du courant sur le nerf mis à nu.

Les figures 114 et 115 représentent les tracés obtenus par

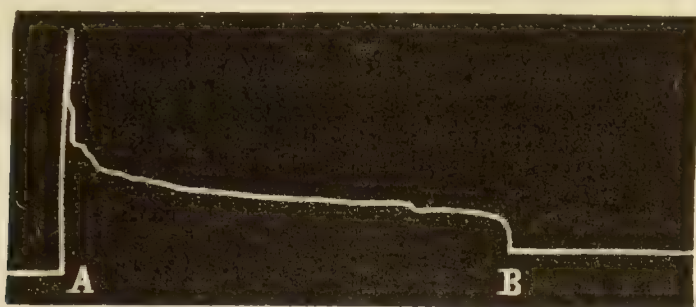


FIG. 114. — Contraction lorsque le nerf est épuisé (Courant descendant).

la contraction des mêmes muscles, en électrisant directement le nerf facial. Seulement dans ce cas le nerf commence à être épuisé et à perdre de son excitabilité.

Si l'on compare la figure 114 à la figure 112, qui toutes deux sont obtenues avec un courant descendant, on voit que lorsque le nerf possède toute son excitabilité, il y a une contraction à l'entrée et à la sortie du courant, tandis que lorsque le nerf est épuisé, il n'y a de contraction qu'au moment de la fermeture du courant. La comparaison de la



FIG. 115. — Contraction lorsque le nerf est épuisé (Courant ascendant).

figure 115 et de la figure 113, qui toutes deux sont obtenues avec un courant ascendant sur le même nerf, montre que la contraction, qui est très énergique et très constante lorsque le nerf est très excitable, n'a lieu, lorsque le nerf

est épuisé, qu'au moment de l'ouverture. De plus, la contraction à ce moment, même dans sa forme graphique, ressemble parfaitement à celle qu'on obtient avec un courant descendant. C'est là une nouvelle confirmation de ce que nous avons dit, à savoir : que lorsque le nerf a perdu de son excitabilité, la contraction produite à l'ouverture d'un courant ascendant est due à la formation en ce moment d'un courant de polarisation, qui n'est autre dans ce cas, qu'un courant descendant.

L'existence de ces courants de polarisation peut également être constaté chez l'homme. Nous avons vu, en effet, qu'en appliquant à la partie supérieure de la moelle un courant ascendant assez énergique, on obtenait des phosphènes surtout à la fermeture du courant, tandis qu'en employant un courant descendant, c'est surtout au moment de l'ouverture que les phosphènes les plus intenses se produisent. Ce fait ne nous paraît explicable qu'en admettant qu'au moment de la rupture du courant descendant, il se forme un courant ascendant de polarisation, et comme le courant ascendant est celui qui influe le plus sur les phénomènes réflexes, c'est lui probablement qui, se produisant au moment de l'ouverture du courant descendant, agit jusque dans le cerveau et excite ainsi le nerf optique.

§ 8. — Des différences d'excitabilité produites par les changements d'intensité et de rapidité du courant.

La contraction d'un muscle est d'autant plus forte que l'intensité du courant est plus grande. Cette proposition n'est vraie que jusqu'à un certain maximum, au delà duquel les variations d'intensité ne produisent plus aucune excita-

tion. Nous avons fait à ce sujet l'expérience suivante : On fait passer à travers une grenouille, préparée à la manière de Galvani, le courant affaibli d'une pile de Daniell, et tandis que ce courant est maintenu, si l'on ajoute l'influence d'une seconde pile, on obtient encore des contractions à la fermeture. Mais si l'on fait passer d'une manière continue le courant de deux piles, on a beau ajouter l'action de deux, quatre, etc., autres piles, on n'obtient plus aucune contraction ; les membres de la grenouille restent immobiles. Cela se conçoit aisément, car l'excitation du nerf a atteint son maximum par l'influence des deux premières piles, et elle ne peut plus être augmentée par des courants plus forts. Ce fait démontre que, dans la pratique, lorsqu'on obtient l'excitation d'un nerf périphérique par un courant d'une certaine intensité, il est inutile d'augmenter l'énergie du courant, car l'effet n'en sera pas plus considérable, et l'on n'aura que l'inconvénient de déterminer de plus grandes douleurs.

Tout changement dans l'intensité d'un courant produit dans le nerf une excitation d'autant plus forte que le changement est plus rapide (Du Bois-Reymond). On peut donc, en n'augmentant le courant qu'avec une extrême lenteur, faire agir sur les nerfs un courant assez intense sans qu'il y ait de contraction. Pour cela, il faut, sans déterminer la moindre interruption, ajouter peu à peu l'action d'un nouvel élément. On évite ainsi la secousse initiale qui est toujours désagréable et qui effraye quelquefois les malades. Ce procédé est surtout utile lorsqu'on électrise la tête ou les régions cervicales, car on ne détermine ainsi ni phosphène, ni ébranlement. A l'ouverture du courant, il se forme un courant en sens inverse, et ce courant est d'autant plus fort que le courant employé a eu plus d'intensité ; il

est donc également nécessaire, au lieu d'enlever brusquement les rhéophores, de diminuer le courant peu à peu. On évite ainsi la secousse de rupture du courant et le courant de polarisation. On peut, dans ce cas, ou faire glisser lentement le rhéophore sur des parties avoisinantes où l'épiderme n'est pas humecté, ce qui affaiblit la force du courant; ou diminuer le nombre d'éléments sans produire d'interruptions au moment où l'on élimine un ou plusieurs éléments. Cette dernière méthode s'obtient au moyen d'un artifice de construction que nous avons signalé dans les appareils à courant continu, mais nous préférons employer le procédé de faire glisser le tampon; ce moyen est moins rigoureux, mais plus pratique.

Pour la tête surtout, il est important de ne jamais cesser brusquement l'électrisation, car le malade éprouve, lorsqu'on ne tient pas compte de cette précaution, une secousse et un vertige souvent assez forts. C'est surtout le vertige qu'il faut éviter; pour cela, il est toujours bon de diminuer peu à peu le courant, quoique le malade n'accuse aucun phénomène de ce genre pendant l'électrisation; on ne peut, en effet, se guider d'après ce qui se passe pendant le moment de l'électrisation, le vertige n'apparaissant la plupart du temps qu'au moment de la rupture du courant.

§ 9. — De l'influence des courants d'induction sur les nerfs périphériques.

a — Les courants d'induction ont sur les nerfs périphériques une influence très différente de celle déterminée par les courants continus. Ici, comme dans l'action des divers courants électriques sur les muscles, nous pouvons nous

assurer de l'erreur des médecins qui veulent assimiler les courants d'induction et les courants continus, et ne voir, dans les effets obtenus, qu'une différence d'intensité.

Sur les animaux assez petits (grenouilles, rats, lapins, etc.) les courants d'induction, même très faibles, déterminent une contraction permanente du muscle et des phénomènes de sensibilité qui durent aussi longtemps que le nerf n'a pas perdu son excitabilité. Il faut remarquer que, pour les courants d'induction, l'extracourant seul donne un courant dirigé constamment dans le même sens. Sur des animaux très forts, et en employant des courants faibles, Chauveau est parvenu à distinguer des différences tenant à la direction de ces courants, ou mieux au contact de l'un ou de l'autre des deux pôles. Pour ce physiologiste, c'est toujours le pôle négatif qui seul est excitant. Cela est très exact et ces effets sont même plus marqués en employant, comme nous l'avons expérimenté, des bobines d'induction faites avec des fils de plomb ou des fils d'argentan.

Chez la plupart des animaux et chez l'homme, il est difficile de trouver une différence bien notable dans la direction de ces courants. Appliqué directement sur un nerf, l'extracourant donne toujours lieu à une contraction tétanique du muscle, que le sens du courant soit ascendant ou descendant. Si les courants induits ne se succèdent pas rapidement, les contractions, au lieu d'être tétaniques, sont successives et n'ont lieu qu'après un relâchement momentané du muscle. Mais que les intermittences soient lentes ou rapides, on obtient toujours le résultat suivant :

L'excitation d'un nerf mixte par un courant induit donne lieu à des contractions des muscles et à des phénomènes de sensibilité.

La direction des courants d'induction n'a pas en général d'influence bien marquée.

b — En électrisant un nerf avec des courants interrompus, on obtient au galvanomètre une déviation négative de l'aiguille du galvanomètre (Du Bois-Reymond). Cette déviation, qui a été attribuée à la formation d'un courant de sens inverse, est due à l'absence de tout courant électrique par suite de l'égalité du potentiel. Ce phénomène d'ailleurs se comprend facilement, car les courants électriques ne sont que le résultat des actions chimiques nécessitées par la nutrition. (Voir le chapitre spécial sur cette question.)

c — Nous avons déjà mentionné la loi suivante : *Une excitation électrique portée sur un nerf est d'autant plus forte que le changement est plus rapide.*

Cette loi nous explique l'action puissante des courants induits, car ils possèdent au plus haut degré la propriété d'agir rapidement. Eux-mêmes sont produits avec une rapidité étonnante, et par conséquent ils parcourent le nerf avec une grande vitesse et en changeant promptement l'état moléculaire des éléments nerveux.

La valeur excitante momentanée d'un courant dépend de sa rapidité d'action ; si l'on décrit une courbe qui indique la variation de l'énergie des contractions selon le temps employé par le courant pour parcourir une même fibre nerveuse, on obtient le summum de la courbe lorsque celle-ci monte et descend le plus verticalement.

De cette même loi il résulte que l'on peut produire sur un nerf une excitation très forte avec une force de courant très faible ; il suffit pour cela de le diriger rapidement sur le nerf et de l'en faire sortir avec la même rapidité. Or, les décharges d'électricité par frottement et les courants

d'induction se dégagent avec une extrême vitesse et s'éteignent de même.

C'est dans cette loi qu'il faut chercher la cause de l'excitation si énergique des courants d'induction sur les nerfs moteurs et sur les muscles; ils changent rapidement et brusquement l'état moléculaire du nerf, et l'on peut dire avec raison que leur effet physiologique est le résultat d'un ébranlement mécanique imprimé aux molécules placées sur leur passage.

L'excitation du nerf par les courants d'induction est donc produite par un changement brusque et plus ou moins intense de son état moléculaire statique; plus, avons-nous dit, ce changement est rapide, plus l'excitation est forte.

d — Un nerf parcouru pendant quelque temps par des courants d'induction perd complètement son excitabilité à la fermeture comme à l'ouverture.

Cette proposition est le résultat d'expériences très simples et incontestées. Elle trouve son application en électrothérapie, comme nous le verrons plus loin.

e — On ne constate avec les courants d'induction ni courants dérivés, ni courants de polarisation.

Il est probable que les courants dérivés se produisent également avec les courants d'induction, mais ils sont tellement rapides qu'ils ne produisent aucune action sur les éléments organiques, et qu'ils restent égalemeut sans influence sur le galvanomètre. Quant aux courants de polarisation, ceux-ci étant dus à des phénomènes d'électrolysation, il est évident qu'ils ne peuvent être produits avec les courants d'induction dont l'action électrolytique est presque nulle.

§ 10. — De l'influence des courants continus sur les centres nerveux. De l'influence des courants continus sur la moelle épinière.

Lorsqu'on fait passer un courant continu à travers la moelle épinière, on obtient constamment des contractions violentes de tout le corps et des phénomènes de douleur. La loi de ces contractions ne peut être étudiée qu'en séparant les phénomènes de contractions et ceux de sensibilité.

De plus, il y a une propriété de la moelle qui a une importance considérable et dont l'étude va nous donner des indications importantes sur l'influence de la direction des courants, nous voulons parler des actions réflexes.

Pour augmenter les actions réflexes, il faut séparer l'encéphale de la moelle épinière et, chez les grenouilles surtout, on obtient ainsi des actions réflexes très belles et qui durent pendant un temps très long. Or, ces actions réflexes que plusieurs agents thérapeutiques peuvent diminuer, mais non abolir complètement, sont complètement anéanties par l'influence des courants constants et continus.

Lorsque les actions réflexes sont très manifestes, si l'on fait passer à travers la moelle un courant descendant, c'est-à-dire un courant dont le pôle positif est placé sur la partie supérieure de la moelle et le pôle négatif sur la partie inférieure, on n'obtient plus, pendant toute la durée de l'électrisation, aucune action réflexe, quelque forte que soit l'excitation portée sur les membres postérieurs. Ceux-ci restent dans un état de relâchement complet, on peut les plier

sans difficulté et leur donner la position que l'on veut, mais on ne peut y déterminer aucune contraction réflexe.

Lorsqu'on met le pôle positif sur la partie supérieure de la moelle et le pôle négatif sur l'un des membres postérieurs, on n'obtient plus aucune contraction réflexe dans le membre électrisé, mais on peut en déterminer dans le membre opposé, qui n'est point électrisé.

Dès que l'on suspend l'électrisation, les actions réflexes réapparaissent, mais dans les premières secondes qui suivent l'électrisation, elles sont moins prononcées qu'avant l'expérience et que quelques instants après l'expérience.

Les courants ascendants, — c'est-à-dire le pôle positif étant placé sur la partie inférieure de la moelle et le pôle négatif sur la partie supérieure, — donnent quelquefois les mêmes résultats que les courants descendants, mais en général ils déterminent une série de contractions dans les membres inférieurs et augmentent même les actions réflexes.

Nous avons répété ces expériences sur des rats et des cochons d'Inde et elles nous ont donné les mêmes résultats; après avoir piqué le bulbe, nous coupâmes la moelle à sa partie supérieure, et la manifestation des actions réflexes fut empêchée en faisant passer un courant descendant sur la moelle [1].

Voici encore quelques expériences physiologiques qui viennent confirmer cette proposition.

Eckhard avait déjà observé que chez une grenouille empoisonnée par la strychnine, on arrêtait les contractions tétaniques en faisant passer un cou-

1. *Mémoires de la Société de biologie*, séance de mai 1868. Legros et Onimus, *De l'influence des courants électriques constants et continus sur les actions réflexes.*

rant constant par le nerf qui se rend à ces muscles. Il en est de même si l'on trempe un nerf dans une solution de chlorure de sodium, qui produit également le tétanos, et si ensuite on électrise le nerf au-dessous de l'endroit irrité; le tétanos disparaît aussitôt que le courant est établi. Eckhard conseille d'employer de préférence le courant ascendant, ce que nous croyons être une grave erreur. En effet, si sur un nerf en contact avec du sel marin et qui détermine des contractions tétaniques des muscles, on applique un courant ascendant, les contractions tétaniques cessent, mais les muscles *restent contracturés,* tandis qu'ils se relâchent lorsqu'on applique un courant descendant. Nous avons vu ces phénomènes non seulement sur des animaux à sang froid, mais encore sur des animaux à sang chaud. Sur des lapins, en détachant un des membres postérieurs et en plongeant le sciatique dans de l'eau salée, on peut très facilement observer cette différence d'action des courants continus, selon leur direction.

En empoisonnant une grenouille par de la strychnine, nous avons répété plusieurs fois l'expérience suivante : En appliquant un *courant descendant* sur la colonne vertébrale, le tétanos cessait immédiatement, et la grenouille qui était maintenue au-dessus de la planchette sur ses pattes de devant, roides et contracturées, s'affaissait aussitôt, car ses pattes de devant se ployaient et perdaient leur rigidité. En employant au contraire un *courant ascendant,* la grenouille poussait aussitôt des cris et restait élevée sur ses pattes, qui même semblaient se roidir davantage. Les mouvements tétaniques disparaissaient en effet à ce moment, c'est-à-dire qu'on n'apercevait plus aucune alternative de relâchement et de contraction des muscles, mais ceux-ci étaient maintenus dans un état de contracture permanente. Cet état finit également par disparaître, mais cela n'arrive qu'au bout de quelque temps et par la fatigue du système nerveux sous l'influence de cette forte excitation.

Enfin, une autre expérience démontre d'une manière encore plus nette, s'il est possible, cette action si différente de la direction des courants.

On sait que, si l'on plonge une grenouille dans de l'eau chaude à la température de 39°, elle perd aussitôt toutes ses propriétés vitales; elle ne respire plus, elle ne sent plus, elle ne se meut plus et meurt si on la maintient longtemps à cette température. Si dans ces conditions on la retire de l'eau au moment où elle vient de perdre les mouvements volontaires et sa sensibilité, *on obtient, en électrisant la colonne vertébrale, des contractions très manifestes avec un courant descendant, tandis que l'on n'obtient pas de contractions, ou du moins elles sont excessivement faibles, avec le même courant, s'il est ascendant.*

A mesure que la grenouille se refroidit, les contractions et les signes de douleur commencent à apparaître par l'électrisation de la moelle avec un courant ascendant; elles sont d'abord excessivement faibles et toujours beaucoup moins énergiques que celles obtenues par le courant descendant. Lorsque la grenouille est complètement revenue et qu'elle possède de nouveau toute sa sensibilité, on obtient le phénomène inverse : car les contractions de-

viennent plus fortes avec le courant ascendant qu'avec le courant descendant.

Cette expérience vient confirmer tout ce que nous avons dit jusqu'à présent, c'est-à-dire :

Que le courant descendant, appliqué sur la moelle, agit directement sur les nerfs moteurs et non par action réflexe;

Que le courant ascendant augmente l'excitabilité de la moelle, qu'il agit sur les nerfs moteurs par action réflexe, que les contractions qu'il détermine sont d'autant plus fortes que l'excitabilité des nerfs sensitifs et du centre spinal est plus grande, et enfin que son action sur les nerfs moteurs devient moindre lorsque les nerfs sensitifs ou la moelle ont perdu leur excitabilité.

De ces expériences physiologiques nous pouvons rapprocher les faits cliniques suivants :

— Chez un paraplégique où les mouvements réflexes étaient très marqués dans les membres inférieurs, nous sommes parvenus à les diminuer notablement par l'électrisation de la partie inférieure de la moelle au moyen des courants continus à direction descendante.

Les courants à direction ascendante ayant été employés une fois, le malade fut pris immédiatement de tremblement dans les jambes et de contractions violentes dans la partie inférieure du tronc; le bassin était soulevé à plusieurs reprises, et ces mouvements ne cessèrent qu'au bout de quelques minutes.

— Chez un enfant de douze ans, l'affection assez singulière était surtout caractérisée par des actions réflexes très manifestes. Toutes les cinq ou dix minutes, l'enfant se roulait sur le lit ou sur le plancher, puis au bout d'un instant l'accès se terminait par une roideur complète de tous les membres. En ce moment, on ne pouvait plier aucun membre et l'on parvenait à soulever l'enfant tout entier en le prenant par une jambe ; les yeux étaient convulsés en haut, L'accès terminé, l'enfant revenait complètement à lui et n'avait ni mouvement choréiques, ni aucun trouble dans les phénomènes intellectuels. L'impression de l'air (une fenêtre ouverte dans un appartement), l'impression de l'eau, et même à la fin les boissons, la lumière trop vive, lui provoquaient immédiatement un accès très fort. M. Sée considéra la plupart de ces phénomènes comme dus à une cause hystérique. L'application des courants continus guérit complètement au bout de quinze

séances et la guérison s'est maintenue. La direction des courants fut descendante et l'électrisation eut lieu directement sur la moelle. A une séance, au lieu d'employer des courants descendants, nous employâmes des courants ascendants, et aussitôt, ce qui n'est jamais arrivé avec les courants descendants, l'enfant fut pris d'une crise violente. La crise terminée, nous appliquons encore les courants ascendants, et une nouvelle crise réapparaît. Les courants descendants appliqués alors ne donnent lieu à aucune crise et les éloignent de plusieurs heures.

— Chez une jeune fille de huit ans, qui avait perdu depuis un an la parole et la plus grande partie de son intelligence (parents syphilitiques) et chez laquelle étaient en même temps survenus des phénomènes choréiformes, marche difficile, usage des mains impossible, mouvements incoordonnés presque continus, etc., quand on appliquait sur la colonne vertébrale un courant ascendant de quinze à vingt éléments Remak, la malade ne cessait, pendant tout le temps de l'électrisation, de pousser des cris, de se remuer, de mouvoir ses membres en tous sens, et cette agitation souvent se prolongeait plusieurs heures après la séance qui durait près de dix minutes. En appliquant, au contraire, sur la colonne vertébrale un courant descendant de même force et même plus fort, la petite fille restait calme, ses mouvements des membres cessaient, elle ne poussait pas de cris, et souvent même s'endormait quelque temps après la séance ! Plusieurs fois, dans une même séance, nous changions ainsi la direction des courants, et chaque fois nous obtenions une excitation avec des courants ascendants, et au contraire un calme très marqué avec des courants descendants. Le fait était tellement tranché que les parents en ont fait eux-mêmes la remarque.

Nous verrons, plus loin, de nouvelles preuves de cette différence d'action des courants continus selon leur direction.

Nous pouvons, d'après ces faits, poser comme loi générale que :

Le courant ascendant excite la moelle et augmente les actions réflexes, tandis que le courant descendant empêche les actions réflexes et diminue l'excitabilité de la moelle.

§ 11. — **De l'influence des courants électriques sur l'encéphale.**

On comprend combien il est difficile d'arriver expérimen-

talement à des faits bien précis en électrisant l'encéphale chez des animaux. Quand on applique directement les rhéophores d'un courant constant sur les circonvolutions, l'animal ne manifeste ni aucune douleur, ni aucun mouvement. Il y a bien des changements dans les phénomènes de circulation que nous avons signalés dans le chapitre consacré à l'influence de l'électricité sur la circulation, mais au point de vue de l'influence directe sur le système nerveux encéphalique, nous ne pouvons qu'indiquer une tendance au sommeil, une sorte de stupeur et de grand calme succédant chez la plupart des animaux à l'électrisation de l'encéphale.

Chez des pigeons, nous avons enfoncé des épingles dans les os du crâne et nous avons fait passer par ces épingles un courant de dix éléments Remak. Au bout d'un instant, les animaux se maintiennent tranquilles; l'un d'eux, aussitôt après la cessation de l'électrisation, se mit à dormir pendant toute une heure; un second, où l'électrisation avait amené des lésions plus graves, dues aux cautérisations par les produits de l'électrolyse, aussitôt que le courant eut cessé, se maintint affaissé pendant quelque temps et fit entendre un roucoulement qui dura quelque temps. Quelques minutes après, il fut pris de vomissements très nombreux et qui continuèrent même après que l'estomac fut entièrement vidé (Ces vomissements étaient dus probablement à l'excitation du pneumogastrique). En même temps l'animal était complètement indifférent aux objets extérieurs, il ne sentait plus, ne voyait plus, etc..., il succomba quelques heures après. A l'autopsie, on trouva deux grandes eschares de la substance cérébrale dues à l'action électrolytique des courants, et une hémorrhagie sanguine abondante près de l'eschare produite par le pôle négatif.

Les courants d'induction, appliqués soit sur la substance corticale des hémisphères soit sur les couches optiques et les corps striés, ne donnent lieu à aucune contraction musculaire ni à aucun phénomène bien appréciable.

Sur un coq, en mettant un rhéophore dans la crête et l'autre sous la peau du cou, nous avons fait passer un courant induit assez fort. Au moment du passage, le coq tombe sur la tête et la plupart du temps fait la culbute, mais aussitôt après il peut se maintenir sur ses jambes, et la

moelle épinière paraît complètement normale au point de vue de ses fonctions. Le bulbe est atteint, car la respiration cesse. Mais ce qui nous a frappé, c'est qu'aussitôt l'animal perd toute volonté; il reste debout, immobile, insensible, comme un animal auquel on aurait enlevé les lobes cérébraux. La pupille reste immobile de même que les paupières, et l'on a beau irriter la muqueuse de l'œil, il n'y a aucune action réflexe dans la pupille ni dans les muscles de l'œil ou de la paupière. Ces phénomènes disparaissent dès que les courants induits cessent de passer à travers la tête de l'animal.

— Chez un lapin sur lequel nous avons étudié l'influence des courants induits sur la circulation, nous avions fait passer du cou à l'oreille des courants induits assez forts. Après l'expérience, l'animal paraissait un peu étourdi, mais sa marche était facile et normale. Deux à trois jours après, sans qu'aucune autre expérience ne fût faite sur ce lapin, nous remarquâmes qu'il tenait la tête penchée d'un côté, et cet état augmenta graduellement. Huit jours après, dès que l'animal voulait marcher ou qu'il essayait de se maintenir sur ses jambes, il tombait sur le côté et roulait sur lui-même. Il avait même les deux espèces de rotation, l'une de droite à gauche sur lui-même, et l'autre circulaire lorsqu'il parvenait à faire quelques pas.

Nous supposions que les courants induits avaient déterminé une hémorrhagie du côté du cervelet. Mais, à l'autopsie faite près de quinze jours après l'expérience, nous ne découvrîmes aucun foyer hémorrhagique, aucune tumeur; le cerveau, le cervelet, le bulbe et les enveloppes de ces centres nerveux n'offraient aucune lésion.

Les symptômes que l'animal a présentés pendant sa vie ne peuvent donc être attribués qu'à une perte fonctionnelle de certaines régions des centres nerveux, à un épuisement des cellules, qui a amené une perte de nutrition et de fonctionnement. Il est probable que si l'autopsie avait été faite quelque temps plus tard, nous aurions trouvé des points de ramollissement dans le cervelet et le cerveau.

Nous aurions encore à examiner dans ce chapitre la question des centres psycho-moteurs, mais cette question est trop étendue, et nous dirons seulement que bien des expériences faites sur le cerveau ont donné des résultats erronés, à cause de la diffusion des courants dont on n'a pas tenu compte (Voir notre mémoire : *Des erreurs qui ont ont été commises dans les expériences physiologiques par l'emploi de l'électricité*, in *Gazette hebdomadaire de médecine et de chirurgie*, 1877. Voir également les *Mémoires* du

Dr Dupuy). Dans cette diffusion des courants, il faut surtout se rappeler que ce n'est pas en ligne droite, ni même par les liquides que le courant se propage, mais bien par les membranes *humectées* de liquides, car *la couche liquide qui est adhérente à une membrane, ou à un corps solide quelconque, est aussi bonne conductrice que les métaux*. Ce fait est très important à connaître, car dans l'encéphale ou dans tout autre organe, c'est le long des vaisseaux ou des parois que le courant agit à distance.

§ 12. — **Considérations générales sur l'influence des courants sur le système nerveux.**

On sait l'importance que l'on a attachée aux faits découverts par M. du Bois-Reymond, et dans tous les ouvrages d'électrothérapie, la plupart des auteurs cherchent à expliquer d'après ces faits les moyens curatifs des courants électriques. Mais la théorie de M. du Bois-Reymond n'est plus soutenable lorsqu'il veut identifier le fluide électrique et l'influx nerveux; et l'hypothèse que, dans les paralysies, les névralgies, etc., on renforce et l'on modifie la tonicité électrique d'un nerf, nous paraît non seulement une exagération, mais une grande erreur. Dans toutes les affections des nerfs, comme dans celles de toute espèce d'élément anatomique, l'altération consiste dans une modification de la nutrition, et les courants électriques n'agissent, la plupart du temps, selon nous, que par leur influence sur la circulation, sur la nutrition intime, sur les phénomènes d'endosmose et d'exosmose. Nous nous sommes suffisamment expliqué sur tous ces phénomènes dans le chapitre sur la nutrition.

Les faits d'anélectrotonus et de catélectrotonus découverts

par Pflüger sont venus rendre plus séduisantes les théories de M. du Bois-Reymond, et toute l'école allemande se complaît dans des dissertations sur les propriétés électriques des nerfs et des muscles. Pour ces médecins, l'influence d'un courant continu calme, parce qu'il produit l'anélectrotonus; le même courant excite, au contraire, parce qu'il détermine l'état catélectrotonique. L'un rend les molécules plus mobiles, l'autre les maintient dans un état stable; l'un renforce les courants propres, l'autre les amoindrit. La direction du courant, son intensité, son action sur les muscles des artérioles, ses effets électrolytiques, tout cela disparaît devant cette seule loi: le pôle positif fait disparaître l'excitabilité des nerfs parce qu'il détermine l'état anélectrotonique, et le pôle négatif augmente l'excitabilité parce qu'il produit l'état catélectrotonique.

Tous ces faits incontestables, sur lesquels s'appuient ces théories, ont reçu une explication simple et rigoureuse; mais jusqu'à présent l'école allemande n'a pas encore voulu tenir compte des expériences de Matteucci, expériences que Becquerel est venu confirmer et que nous avons également répétées et complétées. Cette explication part de ce principe facile à démontrer expérimentalement, que le passage même le plus rapide d'un courant de la pile est accompagné de phénomènes électrolytiques : au pôle positif, il se dégage des acides, au pôle négatif des alcalis; et les expériences physiologiques avaient fait connaître depuis longtemps que les nerfs perdaient leur excitabilité en présence des acides, et qu'au contraire leur excitabilité était augmentée au contact des alcalis faibles. De plus, la formation de ces produits donne forcement naissance à des courants de polarisation, qui souvent sont plus énergiques que le courant primitif, et dont l'influence devient prédominante.

Au point de vue historique et théorique, il est très curieux de rapprocher ces faits de ceux qu'on avait cru découvrir chez les végétaux, où l'on avait observé que, près du pôle négatif, le développement des plantes se faisait plus rapidemeent qu près du pôle positif. Ici encore, l'effet n'est qu'indirect, car près du pôle négatif il se produit de la potasse, de la chaux provenant des sels en dissolution dans l'eau, tandis qu'autour du pôle positif il se dégage des acides. Or, on sait que les bases favorisent la transformation de l'amidon en dextrine et en sucre nécessaire à la germination, tandis que la présence d'un acide arrête cette transformation.

En employant de l'eau distillée, de manière que le passage du courant produise seulement de l'hydrogène à l'électrode négatif et de l'oxygène au positif, on favorise, au contraire, la germination au pôle positif, par l'oxygène et l'ozone qui s'y développent.

Mais quoique indirecte, cette influence prédominante du pôle négatif n'en est pas moins remarquable, et comme les phénomènes électrolytiques ont une action très grande dans les tissus organiques, il faut en tenir compte, même au point de vue pratique.

Cependant, ce qui, suivant nous, à côté de ces différentes actions locales et électrolytiques, devrait être pris en grande considération, c'est l'influence de la direction du courant. Nous avons déjà vu que le courant à direction centripète resserrait les artérioles et diminuait la quantité de sang dans les parties périphériques, tandis qu'au contraire, le courant centrifuge dilatait les vaisseaux. Comme la circulation a une grande influence sur l'excitabilité des nerfs, il est très probable que l'on peut ainsi expliquer une partie de l'action des courants sur les centres nerveux.

D'un autre côté, les nerfs moteurs transmettent l'influx nerveux des centres à la périphérie, tandis que les nerfs sensitifs le transmettent de la périphérie aux centres; il est donc possible qu'un courant centrifuge agisse avec plus de force sur les nerfs moteurs, et qu'un courant centripète ait plus d'influence sur les nerfs sensitifs. C'est, en effet, ce que démontrent les expériences, et nous avons pu résumer ainsi l'influence des courants continus sur les nerfs périphériques.

A — Le courant descendant est celui qui agit le plus énergiquement sur les nerfs moteurs.

B — Le courant inverse ou ascendant est celui qui agit le plus énergiquement sur les nerfs sensitifs.

C — L'excitabilité des nerfs est diminuée par un courant direct ou descendant, et elle est augmentée par un courant inverse ou ascendant.

Nous avons vu également, en recherchant l'influence de la direction des courants sur la moelle :

D — Que le courant descendant appliqué sur la moelle agit directement sur les nerfs moteurs et non par action réflexe ;

E — Que le courant ascendant augmente l'excitabilité de la moelle et qu'il agit sur les nerfs moteurs par action réflexe;

F — Que le courant descendant empêche les actions réflexes, tandis qu'un courant ascendant les exagère.

Ce qu'il importe de remarquer, c'est qu'ici il ne s'agit pas de l'action locale de tel ou tel pôle. Certes, avec un courant descendant par exemple, le pôle positif se trouve placé plus près des centres, et les partisans de l'électrotonus et du catélectrotonus pourront objecter que cette moindre excitabilité du courant descendant est due à la présence du pôle

positif sur les centres. Mais s'il en était ainsi, il devrait y avoir en même temps, dans ce cas, augmentation de l'excitabilité près du pôle négatif, et cependant, dans ces conditions, il n'en est rien. De même, le courant inverse devrait, dans cette hypothèse, être toujours plus excitant pour les nerfs moteurs comme pour les nerfs sensitifs, ce qui est également contraire aux faits.

Nous admettons, et nous avons donné à l'appui des preuves physiques, que lorsque les deux pôles sont mis sur une surface quelconque d'un organe, ou lorsqu'ils sont placés sur un nerf séparé des centres, il y a une plus grande action excitante du côté du pôle négatif. Mais lorsqu'on agit sur les nerfs et sur les centres de manière à avoir entre les deux électrodes une assez grande étendue de substance nerveuse, la direction du courant a une action très marquée, parce que, selon sa direction, indépendamment des actions locales des électrodes, elle influe sur l'excitabilité soit des nerfs moteurs, soit des nerfs sensitifs.

L'école allemande nous paraît avoir le tort de ne pas tenir compte de la *direction* des courants, car elle tient compte uniquement de l'action plus excitante du pôle négatif; elle ne voit dans cette action qu'une *modification moléculaire*, une *polarisation* spéciale et différente aux deux pôles. Nous le répétons, en dehors des *phénomènes électrolytiques* il faut tenir compte de la direction des courants. Pour le nerf intact rattaché aux centres et partout protégé du contact direct des électrodes par les tissus ambiants et par l'épiderme, nous croyons que la *seule direction* du courant a une grande influence, selon qu'elle est identique ou opposée à celle que parcourt dans ce nerf l'influx nerveux. Cette influence est, à notre avis tellement importante, que nous croyons devoir lui consacrer une étude spéciale.

§ 13. — De l'influence de la direction des courants chez l'homme.

Nous voulons en premier lieu essayer de faire comprendre que les courants électriques ont réellement une action différente selon leur direction.

Sur les animaux les expériences sont des plus simples et quelques-unes datent des premières années de la découverte de l'électricité : Volta, Mariani, Matteuci, Ritter, Claude Bernard lui-même, etc., ont établi les lois de ces différences de réaction, et s'ils ne sont pas arrivés tous aux mêmes conclusions, c'est que les phénomènes sont complexes, et qu'il faut tenir compte, et des courants dérivés et des courants de polarisation, et de l'état des filets nerveux (Voir plus haut). Qu'il nous suffise de dire, que tous admettent que dans les expériences physiologiques, la direction du courant a une importance.

Mais ce qui est vrai pour les expériences, ne paraît pas à quelques médecins être vrai pour l'homme. Duchenne (de Boulogne) dit que « l'action thérapeutique de la direction d'un courant continu dans les nerfs est complètement illusoire chez l'homme ». Le professeur Russel Reynolds, dit « qu'il n'a pas constaté la moindre différence dans les résultats, alors que, d'après la théorie, il devrait cependant en exister une ». Constantin Paul a soutenu dans le *Journal de thérapeutique* que la direction des courants n'a pas d'importance. Benedict est à peu près du même avis. Grasset ne veut pas donner d'opinion décisive. Inutile d'ajouter que les médecins allemands croient que les différences que l'on observe sont dues à une action locale, action qui est différente selon le pôle,

Il est certain en effet, que, même au point de vue des actions physico-chimiques, les pôles ont une action différente, et que, à plus forte raison, il doit en être ainsi sur les tissus vivants. Mais il y a encore autre chose, et c'est « cette autre chose » qui, selon nous, n'a pour seule cause que la direction des courants.

Une expérience bien simple qui est le corollaire de celle de Galvani que nous avons citée, et que tout le monde peut répéter facilement, démontre, en effet, premièrement que les pôles ont une action différente sur les éléments nerveux et musculaires, et en second lieu, que cette différence est due uniquement à une différence de direction. Si l'on plonge les mains dans deux cuvettes pleines d'eau, qui reçoivent chacune un des pôles, ou si l'on plonge seulement un doigt dans des verres remplis d'eau, on observe constamment qu'un des courants détermine des contractions plus fortes, et qu'au bout de quelque temps, toutes choses égales d'ailleurs, l'excitabilité est augmentée dans le bras où l'on a fait passer un courant ascendant. « La différence ainsi produite entre les deux membres est souvent très considérable, » avoue Russel Reynolds, et nous le citons d'autant plus volontiers que, comme nous le disions plus haut, ce médecin croit qu'en pratique il n'y a pas de différence importante. On ne peut évidemment invoquer dans cette expérience l'influence locale des pôles, ou encore l'action électrotonique? Il n'y a qu'une action générale, agissant sur l'ensemble des nerfs, action qu'on peut faire varier à l'infini, toujours avec les mêmes résultats, et c'est bien la direction qui est la cause incontestable de la différence des réactions.

Cette expérience est suffisamment typique pour qu'il ne puisse y avoir aucun doute sur l'influence de la direction des courants chez l'homme sain et pour que nous n'ayons

pas à insister sur d'autres expériences, que nous avons d'ailleurs rapportées plus haut.

Mais en est-il de même chez l'homme malade? Il faut reconnaître que quelquefois les symptômes morbides sont modifiés aussi bien par l'une que par l'autre direction, et par conséquent il semblerait que les lois physiologiques n'ont aucune application et qu'elles sont inutiles.

Il est toujours dangereux de raisonner ainsi, car quelle est la maladie et quel est le médicament qui agissent toujours identiquement? même pour le sulfate de quinine il y a des exceptions, et en s'appuyant sur les exceptions il n'y aurait plus un seul principe de médecine pratique, qui ne fût erroné. Dans un autre ordre d'idées, mais qui rend encore plus frappantes les différences pathologiques que l'on peut constater, ne voit-on pas chez certaines femmes la paraplégie rendre l'accouchement difficile et impossible, tandis que chez d'autres femmes cette même maladie rend l'accouchement plus facile?

C'est que les faits cliniques varient à l'infini et que les phénomènes pathologiques dépendent d'une foule de causes, et surtout du terrain sur lequel ils apparaissent; il faut non seulement en pratique mais aussi en clinique thérapeutique se rappeler toujours cet aphorisme : il n'y a pas de maladies, il y a des malades.

En réalité, on doit uniquement chercher quels sont les cas les plus nombreux où telle ou telle méthode est préférable. Et n'est-il pas logique de rechercher d'abord quelle est la méthode qu'indiquent les expériences faites sur l'homme et sur les animaux? et si la majorité des cas pathologiques coïncident avec les phénomènes expérimentaux, nous avons le droit de dire que nous avons dans cet ensemble de faits, une base solide pour les applications thérapeu-

tiques. Les exceptions doivent alors nous faire supposer que chez le malade qui les présente, il y a d'autres conditions que nous devons nous empresser de rechercher, et souvent nous arrivons à modifier notre premier diagnostic, ou à trouver des complications qui doivent être éliminées.

Prenons pour exemple une douleur vive d'un membre inférieur; si cette douleur est due à une sciatique ordinaire et réelle, nous devons employer un courant descendant car nous savons que l'excitabilité des nerfs est diminuée par le courant descendant, tandis qu'elle est augmentée par un courant ascendant. Cette proposition, quoi qu'on ait pu nous opposer, ressort forcément de toutes les expériences physiologiques, elle est confirmée par tous les faits cliniques, même par ceux observés empiriquement. Cet exemple mieux que tout autre, va nous servir à montrer l'importance pratique de la direction des courants. Presque tous les auteurs anciens, sans en donner la raison, conseillent d'appliquer le pôle positif près des centres, et le pôle négatif à la périphérie, ce qui constitue le courant descendant. Déjà dans une *Instruction relative à l'emploi médical de l'électricité dans les hôpitaux militaires*, publiée en 1858 dans le *Journal militaire*, on conseille « dans le traitement des névralgies, de faire circuler des courants continus ou discontinus dans les ramifications douloureuses des nerfs, » et l'on ajoute : « Que les premiers de ces courants doivent être préférés en plaçant le pôle positif sur le point du tissu nerveux le plus rapproché du centre, et le rhéophore du pôle négatif à quelque distance plus bas ».

A. Becquerel dit expressément que le courant direct, c'est-à-dire le courant descendant, engourdit momentanément la sensibilité, et que le courant inverse, c'est-à-dire ascendant, excite au contraire la sensibilité, mais que la dis-

tinction est beaucoup moins tranchée si les courants continus que l'on emploie sont puissants et énergiques.

Hiffelsheim avoue qu'il en est encore aux conjectures; sa méthode d'application ne comportait guère d'ailleurs la notion de direction, car il cherchait surtout à entourer les parties malades par le fluide électrique.

Remack, Rosenthal, Erb, Brenner, etc., avec quelques modifications de détail ou même de théorie ne tiennent compte, à vrai dire, que des effets polaires, et le principe sur lequel ils s'appuient est toujours fondé sur les lois qui partagent le nerf en deux zones, l'une près du pôle positif où l'excitabilité est diminuée (zone anélectrotonique) et l'autre plus excitable (zone catélectrotonique) au voisinage du pôle négatif. Nous avons suffisamment insisté sur les causes d'erreur des théories de Pflüger et de du Bois-Reymond, et sur les contradictions que l'on pourrait trouver entre les divers partisans de ces théories, mais nous ne voulons tirer que cette conclusion, la seule qui nous intéresse ici, c'est qu'ils reconnaissent qu'il n'est pas indifférent de placer, à l'origine des nerfs irrités, tel ou tel pôle, et que, par conséquent, indirectement ils sont d'avis que la direction des courants a une importance.

Or, la plupart des auteurs et des médecins spécialistes, quelle que soit leur théorie, arrivent à donner le même conseil qui, en résumé, se traduit par l'emploi d'un courant descendant. Un praticien habile, le Dr Glatz, après avoir discuté cette question, déclare que ce courant lui a donné des résultats incontestablement meilleurs que les courants ascendants, et nous sommes persuadé que tous les électrothérapistes qui feront ces essais arriveront aux mêmes conclusions.

Le principe général, et celui qui doit guider le médecin,

est donc celui-ci : Dans toute névralgie, il faut commencer par employer le courant descendant.

Mais, nous le répétons, il y a forcément des exceptions, et celles-ci peuvent tenir à de nombreuses causes.

Déjà A. Becquerel avait remarqué que la différence entre les deux courants est moins tranchée lorsque les courants continus que l'on emploie sont puissants et énergiques. Cela est absolument vrai, surtout lorsque le courant est fourni par des piles à action chimique considérable. Dans tous les cas, excepté pour les cautérisations électrolytiques, la différence des courants et les avantages que l'on peut en retirer, disparaissent avec des appareils mal conditionnés.

Dans d'autres cas, c'est à notre diagnostic même qu'il faut s'en prendre. Ainsi dès qu'il y a des douleurs dans les jambes, on a une tendance à les considérer comme les symptômes d'une sciatique, et souvent, comme nous en avons vu plusieurs exemples, ces douleurs ont une tout autre cause. Nous sommes arrivés aujourd'hui à cette conclusion prétentieuse peut-être, que toutes les fois que les douleurs sont absolument rebelles à ce mode de traitement, le diagnostic doit être changé. Nous avons pu dans ces cas, découvrir des scléroses commençantes et même des altérations cérébrales qui se sont déclarées très nettement plus tard.

Aussi, dans les applications des courants il faut s'attendre à trouver des exceptions; quelques auteurs se sont même empressés de les faire remarquer, non pas comme faits exceptionnels, mais comme venant infirmer notre théorie, et, chose curieuse, dont nous ne pouvons d'ailleurs que nous féliciter, les faits sur lesquels ils s'appuient et qu'ils croient avoir découverts, sont précisément ceux que, depuis plus de seize ans, nous avions signalés. C'est ainsi que l'on nous oppose

l'observation du Dr Rumpf, qui déclare que les douleurs fulgurantes de l'ataxie locomotrice sont mieux calmées par des courants électriques ascendants que par les courants à direction centrifuge.

Déjà, en 1868, nous avions publié des observations dans lesquelles nous insistions sur cette particularité, qu'avec les courants descendants on voit souvent les douleurs augmenter et qu'il est préférable d'employer des courants ascendants. Aujourd'hui nous allons même plus loin, et nous croyons utile souvent d'avoir recours à la faradisation localisée. Mais aussi, les douleurs fulgurantes n'ont aucun rapport avec la sciatique, et précisément il arrive quelquefois que les premières atteintes douloureuses du tabes sont prises pour une sciatique. Il n'est pas étonnant, par conséquent, que ce mode de traitement, utile pour les sciatiques, agisse mal lorsqu'on l'emploie dans un cas d'ataxie locomotrice au début.

De même, quelques médecins et entre autres le Dr Glatz et le Dr Mindorff, nous objectent qu'ils ont toujours vu le courant ascendant amender rapidement la chorée, tandis que l'électrisation centrifuge de la moelle paraît aggraver les mouvements choréiques.

Cette objection, nous nous l'étions faite à nous-mêmes dès 1869, et nous écrivions à cette époque, en relatant des cas de chorée traités par les courants continus : « Croyant avec la plupart des médecins que, dans la chorée, il fallait chercher à modérer les centres nerveux, nous avons employé avec persistance, dès le début, un courant descendant qui a la propriété d'empêcher ou tout au moins de diminuer les actions réflexes. Le hasard presque nous a forcé de reconnaître notre erreur et nous avons pu constater ainsi que le courant qui agissait avec le plus de succès dans cer-

tains cas de chorée était celui qui, au contraire, augmentait l'excitabilité de la moelle. »

Les expériences que nous avons faites sur des chiens choréiques (Voir le chapitre consacré à ces expériences), confirment en partie cette action favorable du courant ascendant, mais cela prouve-t-il que ce courant soit sédatif? Ce serait d'autant plus mal raisonné, que les médicaments internes présentent les mêmes inconséquences apparentes, et que, dans bien des cas de chorée, la strychnine donne souvent les meilleurs résultats.

Nous avons fait ces citations cliniques non pas par amour-propre et pour montrer que nous avions signalé des premiers les faits que l'on nous oppose, mais bien pour frapper l'esprit des médecins des difficultés nombreuses qui existent dans l'emploi rationnel des courants continus. C'est peut-être à cause de ces difficultés, que quelques électrothérapistes voudraient que l'on ne posât pas de lois, et que, au lieu d'aider à trouver les méthodes qui conviennent à la majorité des cas, ils préfèrent prendre pour lois les caprices du malade, et la commodité des applications des différents courants électriques, et poussant jusqu'à l'absurde leur système de dénégations, quelques-uns ont même écrit qu'il n'est pas bien démontré, que physiquement il existe une direction définie des courants électriques.

Mais il est indispensable de réagir contre cette tendance et nous croyons qu'il est nécessaire, si l'on veut établir les procédés électrothérapiques sur des bases rationnelles et scientifiques, de tenir compte de la direction des courants.

RÉSUMÉ DE L'INFLUENCE DES COURANTS ÉLECTRIQUES SUR LE SYSTÈME NERVEUX.

Expériences sur les nerfs périphériques. — Courants de la pile.

Nerfs moteurs.

Pour bien étudier l'influence des courants sur les nerfs moteurs, il est important de séparer le nerf de la moelle, afin d'éliminer l'action des nerfs sensitifs.

COURANT DIRECT (CENTRIFUGE OU DESCENDANT).	COURANT INVERSE (CENTRIPÈTE OU ASCENDANT).
Courant très faible : contraction seulement à la fermeture.	Courant très faible : contraction seulement à l'ouverture
Courant moyen ou fort : contraction à la fermeture et à l'ouverture. La contraction produite à l'ouverture est toujours plus faible que celle de la fermeture.	Courant moyen ou fort : contraction à la fermeture et à l'ouverture.

En mesurant au dynamomètre les contractions, on reconnaît que la contraction due à la fermeture du courant direct est plus forte que celle due au courant inverse.

Avec les courants les plus faibles qu'on puisse établir en augmentant graduellement on obtient, comme *premier* phénomène, la contraction au moment où le courant direct commence à passer; le courant inverse, pour produire une contraction, au moment où il cesse de passer, nécessite un courant un peu plus fort. Explications par cette influence

du courant direct, des expériences de Marianini et de M. Chauveau.

Le courant direct est celui qui agit le plus énergiquement sur les nerfs moteurs.

Nerfs sensitifs.

COURANT DIRECT.	COURANT INVERSE.
Peu d'action. En général détermine peu de phénomènes de sensibilité au moment de sa fermeture, mais très souvent au moment de l'ouverture.	Détermine des phénomènes de sensibilité très prononcée au moment de la fermeture et en même temps des contractions réflexes. — Conditions des contractions réflexes.

Sur les nerfs de sens spéciaux (nerf acoustique, optique, etc.) les courants déterminent des sensations particulières (phosphènes, bourdonnements, goût métallique).

Le courant inverse ou ascendant est celui qui agit le plus énergiquement sur les nerfs sensitifs.

Nerfs mixtes.

L'excitabilité des nerfs mixtes est diminuée par un courant direct et est augmentée par un courant inverse.

Conséquence de cette loi : Un nerf, fatigué par le courant direct, regagne de l'excitabilité par le courant inverse, et un nerf dont l'excitabilité a été augmentée par le courant inverse, perd son excitabilité par un courant descendant (Volta, Lehot, Marianini). — Expérience de Ritter.

La cause de l'augmentation de l'excitabilité des nerfs, sous l'influence d'un courant ascendant, dépend à la fois du nerf et de la moelle.

Influence des courants de la pile agissant à la fois sur les nerfs et sur les muscles.

Dans ces conditions, c'est toujours au moment de la fermeture qu'on obtient les contractions les plus énergiques. — Chez l'homme, les contractions les plus fortes ont lieu dans le membre parcouru par le courant inverse lorsque la sensibilité est conservée; le contraire a lieu lorsque la sensibilité est diminuée ou abolie.

Contractions réflexes. — Contractions induites.

État électrotonique. — Expérience fondamentale de du Bois-Reymond. — Théorie de cet auteur.

Expériences de Pflüger : État anélectrotonique et catélectrotonique.

Expériences de Bezold.

Explication de l'état électrotonique par Matteucci, qui l'attribue à la formation de courants secondaires. Expériences de Matteucci, de Becquerel et expériences personnelles. Voir en même temps le chapitre sur les phénomènes électro-capillaires.

De l'influence des courants dérivés dans les expériences sur les nerfs périphériques. — C'est surtout à l'action des courants dérivés que sont dues la plupart des contradictions qui se trouvent dans les auteurs qui se sont occupés de ces recherches.

C'est ainsi qu'un nerf frais parcouru par un courant direct donnera des contractions fortes au moment de la fermeture et de très faibles à l'ouverture, tandis qu'à mesure qu'il perd de son excitabilité le phénomène devient inverse, c'est-à-dire que les fortes contractions auront lieu à l'ouverture et non à la fermeture. Ce changement est dû à l'action des courants dérivés, qui agissent seuls lorsque la partie du nerf parcouru par le courant direct n'est plus excitable.

Courants de polarisation. — Expériences de Matteucci et expériences personnelles qui démontrent que dans les tissus vivants, *il se forme, au moment de l'ouverture d'un courant, un courant en sens opposé du courant primitif.*

Donc, au moment où l'on cesse d'électriser un nerf, il se forme un courant en sens opposé qui, selon les cas, peut être prédominant. Lorsqu'on cesse l'électrisation avec un courant inverse, par exemple, ce n'est donc pas seulement l'ouverture du courant qui agit, *mais bien la formation en ce moment d'un courant direct de polarisation.* Ce fait explique parfaitement les différentes alternatives d'excitation et les contradictions apparentes de quelques expériences. Influence des courants de polarisation chez l'homme.

Des différences d'excitabilité produites par les changements d'intensité et de rapidité du courant.

Tout changement dans l'intensité du courant produit dans le nerf une excitation d'autant plus forte que le changement est plus rapide (Du Bois-Reymond).

De l'influence des courants d'induction sur les nerfs périphériques.

Différence d'action du pôle positif et du pôle négatif (Chauveau).

L'excitabilité d'un nerf mixte par un courant induit donne lieu à des contractions des muscles et à des phénomènes de sensibilité.

La direction des courants d'induction n'a pas en général d'influence bien marquée.

Un nerf parcouru par des courants d'induction détermine une déviation négative de l'aiguille du galvanomètre.

Au bout d'un temps plus ou moins variable, un nerf parcouru par des courants induits perd complètement son excitabilité.

De l'influence des courants continus sur les centres nerveux.

Expériences physiologiques personnelles et observation de malades démontrant que le *courant inverse ou ascendant excite la moelle et augmente les actions réflexes, tandis que le courant descendant ou direct empêche les actions réflexes.*

Expériences sur des animaux chez lesquels nous avons augmenté ou aboli l'excitabilité de la moelle.

Conclusions de plusieurs expériences personnelles : *Le courant descendant appliqué sur la moelle agit directement sur les nerfs mixtes et non par action réflexe.*

Le courant ascendant augmente l'excitabilité de la moelle ; il agit sur les nerfs moteurs par action réflexe, car les contractions qu'il détermine sont d'autant plus fortes que l'excitabilité des nerfs sensitifs ou du centre spinal est plus grande; d'un autre côté, son action sur les nerfs moteurs devient nulle, ou presque nulle, lorsque les nerfs sensitifs ou la moelle ont perdu leur excitabilité.

RECHERCHES CLINIQUES

SYSTÈME NERVEUX PÉRIPHÉRIQUE

Nous allons suivre dans l'exposé des faits cliniques l'ordre que nous avons suivi dans la partie physiologique. Nous commencerons donc par étudier la pathologie du système nerveux périphérique, puis celle des centres nerveux. Nous ne nous occuperons pas des nerfs du grand sympathique, car leur étude a été faite en partie dans le cha-

pitre de la circulation et le sera également dans le chapitre qui traitera des lésions des organes de la vie végétative.

Dans le système nerveux périphérique, nous avons deux sortes de filets nerveux au point de vue fonctionnel : les nerfs sensitifs et les nerfs moteurs. Nous distinguerons pour chacun de ces nerfs deux états pathologiques différents : l'un dans lequel leur action fonctionnelle est augmentée, l'autre dans lequel elle est diminuée.

Augmentation de la sensibilité. — Névralgies.

Les nerfs sensitifs présentent dans bien des cas une hyperesthésie très considérable, mais cette augmentation de la sensibilité est due presque toujours à une cause générale; c'est ainsi que dans l'hystérie on observe souvent une sensibilité extrême de certaines régions. Dans quelques affections musculaires, on rencontre également des hyperesthésies très marquées, et l'on pourrait même faire rentrer dans ce chapitre tous les cas où existe le phénomène douleur. Comme nous n'avons pas pris pour base de notre classification l'étude des symptômes, nous n'avons pas à nous occuper ici de cette augmentation de la sensibilité, due à des causes générales. Il ne nous reste donc à étudier que l'influence de l'électricité sur les différentes espèces de névralgies.

Courants induits. — Les courants induits sont employés de deux manières différentes, dans les névralgies. Un de ces modes, imaginé par A. Becquerel, a été appelé méthode hyposthénisante. Il consiste dans l'emploi de courants induits très forts à intermittences très rapides. On se sert de

l'extracourant de manière à avoir toujours un courant dirigé dans le même sens. On emploie comme électrodes deux éponges humides; on applique l'une, la positive, sur le point du nerf le plus rapproché du centre nerveux; on promène l'autre, la négative, successivement sur les branches du nerf qui sont douloureuses.

D'après les faits physiologiques que nous avons étudiés, on comprend aisément que les courants doivent, au bout de quelque temps, diminuer l'excitabilité du nerf ainsi électrisé et par conséquent faire disparaître la douleur. C'est en effet ce qui arrive ; dans les premiers instants, la douleur est très vive, mais elle est bientôt remplacée par un engourdissement qui augmente peu à peu et finit par être complet. Mais quand on cesse l'électrisation, le nerf recouvre peu à peu son excitabilité, et par conséquent les douleurs peuvent reparaître.

La durée de la séance est en général de cinq minutes. Becquerel a expérimenté ce mode de traitement dans plusieurs cas de névralgies et surtout dans les sciatiques, et il en a obtenu de bons résultats, car voilà les chiffres qu'il donne. Sur dix-sept malades traités à l'hôpital, deux seulement eurent besoin, pour faire disparaître complètement la maladie, d'un autre traitement. Tous les autres furent complètement guéris par la méthode hyposthénisante. Le nombre le plus grand des séances fut de onze; le plus faible de trois.

Duchenne emploie dans le traitement des névralgies la méthode dite révulsive, qui consiste dans l'électrisation cutanée. On pratique sur la peau sèche une fustigation électrique énergique, ou bien on promène les conducteurs métalliques pleins sur la région douloureuse, en même temps que l'appareil marche avec des intermittences très rapides; l'intensité du courant est proportionnée au degré d'énergie

et d'excitabilité du malade : l'opération doit durer de deux à cinq minutes.

Ce mode de traitement, qui donne quelquefois de bons résultats, peut également s'expliquer au point de vue physiologique. Nous savons, en effet, que l'électrisation des nerfs sensitifs détermine un plus grand afflux de sang, et comme les névralgies sont dues la plupart du temps à une stase du sang dans les capillaires des tissus nerveux, on comprend que l'augmentation et l'accélération de la circulation dans ces vaisseaux puisse faire disparaître les phénomènes douloureux.

Ce que l'on peut reprocher à ces deux méthodes de traitement, c'est qu'elles sont très douloureuses et qu'elles offrent quelque danger à cause de leur excitation très vive. Il nous paraît en effet imprudent d'employer soit la méthode hyposthénisante, soit l'électrisation cutanée dans d'autres névralgies que la sciatique, et d'un autre côté, on risque d'augmenter les douleurs lorsqu'on n'a pas la chance de trouver un cas favorable. Aussi, dans presque tous les cas de névralgies, nous croyons qu'il est préférable d'avoir recours aux courants continus.

Niemeyer, dans son *Traité de pathologie interne*, résume ainsi les résultats qu'il a obtenus dans le traitement des névralgies par les courants induits :

« 1° Il est préférable d'employer des électrodes métalliques, connus sous le nom de pinceaux métalliques (électrisation cutanée).

» 2° Beaucoup de névralgies traitées auparavant sans succès par les remèdes les plus variés sont guéries définitivement après douze ou vingt de ces séances et quelques-unes encore plus rapidement. Dans d'autres cas, on n'obtient ni guérison ni amélioration.

» 3° Dès la première séance, on peut savoir si le traitement par l'électricité d'induction guérira ou ne guérira pas la névralgie. En effet, ce n'est que dans les cas où immédiatement après l'électrisation les douleurs sont considérablement améliorées ou totalement dissipées, ne serait-ce que pour très peu de temps, que l'on est en droit d'espérer la réussite ; si ce premier effet palliatif n'a pas lieu, la continuation du traitement n'amène aucun résultat. L'application du courant induit est très douloureuse... »

Un moyen qui rend beaucoup plus de services dans les névralgies que le courant induit, c'est l'emploi du courant constant. Bien des cas traités sans succès à l'aide du courant induit ont été guéris à l'aide du courant constant, tandis que jusqu'à présent je n'ai jamais constaté l'inverse.

Nous avons essayé deux fois chez des malades, où la sciatique ne cédait pas rapidement au traitement par des courants continus, l'emploi des courants induits par la méthode révulsive et par la méthode hyposthénisante, et dans aucun cas nous n'avons pu obtenir un effet aussi favorable qu'avec les courants continus. Nous devons à l'obligeance de C. Dally la communication d'une observation dans laquelle il a essayé comparativement les courants induits et les courants continus.

M. B..., cinquante-six ans, sans antécédents morbides notables, fut atteint pour la seconde fois, en novembre 1863, d'un accès de sciatique rhumatismale extrêmement intense, dont la guérison, lors de la première attaque, avait demandé deux mois. On avait fait, à ce premier accès, usage des préparations opiacées et belladonées, *intus* et *extra*, suivi d'un vésicatoire. L'intervalle entre les deux premières attaques avait été de dix-huit mois. Le 18 novembre 1863, le malade vint me trouver et je lui appliquai, à la suite de manipulations, un courant d'induction assez intense, qui parut améliorer son état; mais le lendemain la douleur ayant reparu plus vive, le malade fut forcé de prendre le lit, et je le trouvai en proie aux douleurs les plus intenses. Je renouvelai les manipulations et le cou-

rant induit, avec l'intention de déterminer une forte révulsion; le soulagement produit ne dura que deux heures. Pendant dix jours, la douleur empêcha le malade de dormir, malgré l'emploi du sulfate de quinine et de l'essence de térébenthine: l'amélioration qui se montrait chaque jour après les séances ne durait que deux ou trois heures; à partir du onzième jour, elle fut définitive, mais le malade ne put sortir en voiture qu'au vingt-deuxième jour. Six ans plus tard, M. B... fut pris d'un accès qui se présentait avec les mêmes caractères; il fut traité par les manipulations associées au courant continu; le 9 novembre, première séance (courants centrifuges), le pôle positif humide est appliqué sur les vertèbres lombaires, puis sur le sacrum; le pôle négatif est promené sur la région fessière, l'échancrure ischiatique et le long du trajet du nerf sciatique.

L'amélioration se manifeste dès la première séance; elle persiste et dès le quatrième jour le malade peut venir à pied à mon cabinet. Aucun traitement interne.

Nous avons observé plusieurs fois ces différences d'action, mais l'observation suivante est typique sous ce rapport.

Une femme, âgée de quarante-neuf ans, éprouvait depuis trois jours des douleurs tellement vives dans la jambe qu'elles lui arrachaient des cris au moindre mouvement et l'empêchaient de dormir. La pression le long du nerf sciatique est très douloureuse, il existe quelques points douloureux dans la région lombaire.

Pour calmer ces douleurs, nous faisons passer un courant induit assez fort le long du trajet du nerf. La douleur diminue aussitôt, la malade se calme et s'endort. Vers deux heures du matin, elle est réveillée en sursaut par des douleurs plus vives que la veille. Le lendemain nous avons fait passer de nouveau un courant induit, qui produisit un calme momentané, mais encore avec surexcitation consécutive.

Deux jours après nous employons pour la première fois un courant continu descendant de 30 éléments Daniell, pendant dix minutes.

La malade se sentit beaucoup soulagée et, pour la première fois depuis sa maladie, a pu dormir tranquillement toute la nuit. Nous l'avons encore électrisée trois fois, et après ces trois séances la douleur aiguë avait disparu, mais il restait toujours quelques points douloureux à la pression, notamment sur le cou-de-pied et à la région lombaire.

Quoi qu'il en soit, ce qui a été remarquable, c'est qu'après la première application d'un courant continu la violence des douleurs a fait place à une sensation très supportable.

Au bout de neuf séances, les mouvements étaient très peu douloureux, et immédiatement après l'électrisation les mouvements étaient possibles dans tous les sens, et la malade est complètement guérie après deux semaines.

Il faut, de plus, noter que dans le traitement de ces névralgies aiguës il est important d'employer un courant peu intense, et nous préférons le maintenir pendant un temps assez long (de 12 à 15 minutes) que de l'employer, comme Remak, très énergique, « même douloureux », mais de courte durée. En employant des courants très forts, on risque d'augmenter les douleurs.

Dans les névralgies de la face, l'emploi de l'électricité donne souvent de très bons résultats, et nous avons ainsi guéri des douleurs névralgiques de la tête datant de plus d'un an.

Chez un malade qui, sans cause connue, fut pris subitement d'une amblyopie de l'œil droit, avec de vives douleurs dans toute la moitié droite de la tête, nous avons eu, par cette méthode; un résultat très avantageux et très rapide. L'amblyopie avait disparu quelques semaines après le début de la maladie; mais les douleurs persistaient toujours et revenaient surtout très violentes chaque fois que le malade voulait s'occuper intellectuellement ou qu'il fixait un objet pendant quelque temps.

Les nuits, en même temps, étaient souvent très mauvaises. Nous le vîmes neuf mois après le début de la maladie; il ne restait pas la moindre trace de l'affection de la vue, mais la névralgie occipitale et auriculo-temporale existait toujours. Au bout de neuf séances, il en fut complètement guéri. Nous appliquions pendant quatre ou cinq minutes le pôle négatif sur le ganglion cervical supérieur, et le pôle positif sur les parties douloureuses.

On peut supposer, dans ce cas, que les courants continus ont surtout agi par leur influence sur la circulation.

C'est bien le *tic douloureux* qui, de ces diverses névralgies, est la plus intense; et pour ces cas, dont nous avons eu occasion de traiter quelques-uns avec succès, nous placions le pôle positif (tampon assez étroit) sur le trou sous-orbitaire, le pôle négatif (tampon ordinaire) sur le ganglion cervical, et nous faisions passer sans la moindre interruption un courant de 12 volts pendant sept à dix minutes. Dès les premières séances, l'amélioration se déclare,

et le sommeil, qui souvent est impossible ou troublé chez ces malades, revient, et c'est là un des meilleurs signes de succès définitif.

Niemeyer cite deux cas de tic douloureux, dont l'un remontait à trente ans, et dont l'autre avait été successivement traité sans résultat par onze opérations, parmi lesquelles plusieurs très graves, telle que la ligature de la carotide, la résection du maxillaire supérieur, etc., qni ont été guéris complètement entre ses mains par l'emploi du courant constant.

Benedikt rapporte également cinq cas de tic douloureux guéris par lui au moyen des courants continus, en les appliquant assez intenses sur le sympathique cervical.

Dally nous a communiqué une observation de tic douloureux datant de treize ans et qu'il a guéri par des courants continus, et après que tous les genres de traitement avaient été essayés sans résultat.

Meyer emploie les courants induits, sous forme de faradisation cutanée, en promenant les électrodes sur le cou et au pourtour de l'oreille.

Erb, quoiqu'il préfère les courants continus, a obtenu dans un cas, de meilleurs effets avec les courants induits appliqués avec des électrodes mouillés sur la tête.

Nous avons eu l'occasion de traiter un cas de tic douloureux sans spasmes.

La malade, déjà assez âgée, souffrait depuis longtemps de douleurs permanentes et sourdes dans les muscles de la face, du côté droit et dans la langue. Chaque fois qu'elle voulait parler ou manger, les douleurs revenaient excessivement fortes, et empêchaient toute mastication.

La malade en était presque arrivée à ne plus pouvoir prendre de nourriture, et son état général devenait de plus en plus mauvais. Les injections de morphine ne parvenaient à la soulager que momentanément, et devant l'insuccès des moyens thérapeutiques ordinaires, le Dr Tenneson conseilla l'emploi des courants continus.

La malade ne se plaignait pas de points douloureux fixes, et la pression sur les branches du nerf trijumeau n'augmentait pas les souffrances ; les douleurs résidaient surtout du côté du masséter et s'irradiaient vers la langue ; chaque mouvement des mâchoires les exagérait. Quoique le nerf sous-orbitaire ne parût pas spécialement atteint, nous plaçâmes le pôle positif à l'ouverture du canal sous-orbitaire, et le pôle négatif sur le masséter.

Au bout de la deuxième séance, les douleurs de la langue et des muscles inférieurs de la face avaient beaucoup diminué; la parole et la mastication devinrent plus faciles; mais les douleurs s'étaient portées vers les parties avoisinant le trou sous-orbitaire. Malgré cela, nous continuâmes le même mode de traitement, et après deux autres séances, elles disparurent également de cet endroit. Après neuf séances, toutes les douleurs étaient éteintes, la malade pouvait manger facilement sans crainte de provoquer des accès, et elle cessa son traitement.

Nous voyons par ces observations que le tic douloureux est guérissable par les courants continus, mais nous devons néanmoins faire des réserves sur la guérison de cette affection. Elle est souvent incurable, ou bien après quelque temps d'amélioration, les symptômes réapparaissent aussi intenses. Cela est vrai surtout, pour les cas où l'origine de l'affection est centrale.

Névralgies chroniques.

Les névralgies chroniques peuvent être divisées, au point de vue thérapeutique, en deux classes assez nettes. Dans la première classe, nous rangerons celles qui surviennent à la suite de névralgies aiguës, incomplètement guéries et n'offrant aucune lésion organique bien appréciable. Dans le second cas se placent les névralgies accompagnées de troubles trophiques. Les névralgies de la première classe sont très fréquentes et si elles ne déterminent pas constamment des douleurs très fortes, elles présentent des re-

crudescences très pénibles. Ainsi pour la sciatique chronique, si d'ordinaire les malades n'éprouvent qu'un peu de lourdeur du membre et des douleurs vagues s'irradiant le long du nerf sciatique, il survient au moindre refroidissement, ou souvent sans cause connue, des douleurs très vives qui durent plusieurs jours.

Voici en quelques mots une observation typique de ce genre de sciatique :

Un jeune homme a été, il y a plus d'un an, pris de douleurs très vives le long du sciatique droit, à la suite d'un refroidissement contracté sur le haut d'un omnibus par un temps froid et pluvieux. L'acuité des douleurs fut diminuée peu à peu par des vésicatoires, des douches de vapeur, et par l'emploi de l'hydrothérapie, mais ces douleurs ne disparurent jamais complètement, et la jambe gauche restait toujours lourde et plus froide que l'autre. Chaque fois que le malade faisait une marche un peu plus longue, on qu'il survenait un temps froid, les douleurs revenaient plus vives, surtout le soir, et empêchaient même le sommeil.

Un traitement par les courants continus (deux séances par semaine) a complètement guéri ce malade en cinq semaines, et la guérison, qui date de plusieurs années, s'est parfaitement maintenue, malgré de longues courses et quelques légers refroidissements.

Dans ces névralgies anciennes il est rare de ne pas trouver, du côté de la moelle, au niveau d'origine des nerfs, une région douloureuse à la pression, et qui, au contact des rhéophores, paraît plus sensible à l'électricité que les régions voisines. Nous avons l'habitude de placer sur ces points douloureux, le pôle positif, non pas directement sur la partie la plus sensible, mais un peu au-dessus.

Dans la seconde classe de névralgies chroniques, c'est-à-dire dans les névralgies consécutives à des névrites, il y a toujours une lésion organique plus ou moins marquée. En général, on constate l'injection des vaisseaux qui se trouvent dans le névrilème et même un exsudat épanché dans le névrilème ou dans les interstices des fibres nerveuses.

Dans quelques cas, et surtout à la suite de névrites, il y a un fort épaisissement de névrilème et une atrophie des tubes nerveux.

Dans la plupart des cas de névralgies anciennes, il y a une atrophie plus ou moins grande des muscles innervés par le nerf malade. Dans les sciatiques, ce sont surtout les muscles du mollet qui commencent à subir des altérations de nutrition, mais les atrophies les plus promptes et les plus rebelles sont toujours celle des péroniers et du jambier antérieur. Quand les muscles commencent à s'atrophier, on peut toujours constater des contractions fibrillaires.

On comprend que, pour guérir de pareilles lésions, il faille toujours beaucoup plus de temps que pour des névralgies aiguës. D'ailleurs, la cause des douleurs n'est pas la même dans les deux cas, car dans les névralgies anciennes ou dans les névrites chroniques, c'est, à notre avis, l'altération progressive des tubes nerveux qui provoque les douleurs. Nous avons pu vérifier ce fait plusieurs fois, et un cas des plus probants que nous ayons vu sous ce rapport est celui d'une jeune dame qui, à la suite d'une sciatique très forte, avait eu une atrophie du jambier antérieur et des deux muscles péroniers et une perte de la sensibilité de toutes les régions innervées par le nerf musculo-cutané, branche du sciatique poplité externe. Plusieurs mois après l'apparition de la névralgie, les douleurs réapparaissaient encore très violentes et par accès, mais le point de départ de ces douleurs était toujours le dessus du pied et la région externe de la jambe, c'est-à-dire les parties anesthésiées. Dans ce cas, nous avons en même temps constaté une abolition assez grande de la contractilité électro-musculaire par tous les muscles de la jambe; sous l'influence des

courants induits, les jumeaux, les fléchisseurs se contractaient encore quoique faiblement. Mais sur le jambier antérieur et les péroniers, *les courants induits ne déterminaient aucune action*, *tandis que les courants continus produisaient une légère contraction.*

Tous ces cas demandent un traitement assez long, car on ne peut espérer de guérison que lorsque les altérations qui se font dans le nerf ou dans les muscles auront été enrayées et modifiées. Il faut donc surtout agir sur la nutrition des membres et ne pas autant chercher à combattre l'élément douleur.

Remak, dans plusieurs de ces cas, prétendait sentir à travers la peau, dans les régions où les nerfs sont superficiels, des différences de volume dues à l'épaississement du névrilème, et il affirmait qu'après chaque séance d'électrisation par les courants continus, il sentait le gonflement diminuer. Peut-être faut-il se méfier, dans ce cas, de l'enthousiasme de Remak, et craindre de sa part quelque exagération. Mais sans nous occuper de ce gonflement des nerfs perceptible à travers les téguments, il est certain que l'on peut espérer un bon résultat ; presque toutes et même nous pouvons dire toutes les sciatiques anciennes avec atrophie musculaire plus ou moins prononcée ont été assez rapidement améliorées et guéries ; nous aimons même mieux soigner des sciatiques de ce genre, que des douleurs dites sciatiques, sans atrophie musculaire. Nous croyons inutile de les rapporter, car chaque cas pris séparément n'a rien de bien instructif. Nous allons en résumer les points importants dans les propositions suivantes :

Dans les névralgies très anciennes et surtout dans les affections des nerfs consécutives à une névrite, la contractilité électro-musculaire est diminuée pour les courants in-

duits et souvent pour les courants continus ; pour ceux-ci elle est cependant quelquefois augmentée ; elle est augmentée pour ces deux espèces de courants dans les névralgies aiguës et récentes.

Ces affections des nerfs périphériques déterminent presque toujours une atrophie des muscles. Cette atrophie est la plupart du temps simple et facile à guérir. Dans quelques cas, les muscles éprouvent une altération bien plus grave, ils cessent alors de se contracter sous l'influence de la volonté et des courants induits. Les courants continus seuls peuvent encore provoquer des contractions. Cette différence d'action des deux courants permet d'admettre une altération presque complète des filets nerveux qui se rendent à ces muscles, comme le démontre d'un autre côté la perte de la sensibilité de la peau dans ces régions.

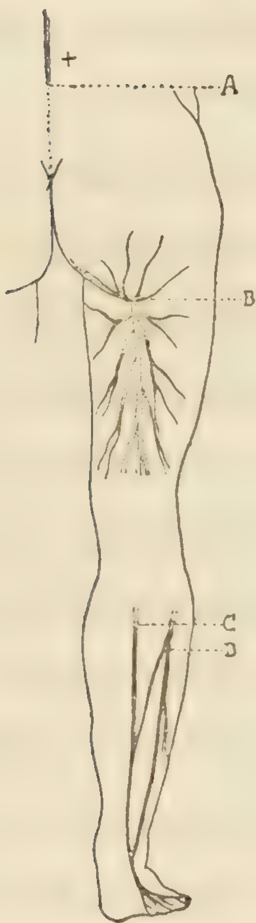


Fig. 115.

Dans les atrophies musculaires simples, on peut employer les courants induits ; il est alors plus avantageux d'électriser chaque muscle séparément.

Comme l'affection dépend de l'altération des nerfs, il vaut mieux agir d'une manière générale sur le nerf et sur la nutrition du membre, et par conséquent il est préférable de se servir des courants continus. Dans l'emploi de ces courants, il faut placer le pôle positif (fig. 115) sur les centres, sur la partie lombaire de la moelle A (en supposant une sciatique) et promener le pôle négatif sur les régions où les nerfs sont superficiels C et D et sur les muscles atrophiés. Souvent il est utile de laisser pendant la plus grande partie

de la séance, le pôle positif au point d'émergence des filets nerveux (B). C'est d'ailleurs un point très douloureux à la pression. Le courant doit être assez intense, et il est avantageux de faire par moments quelques interruptions. Dans ce cas, la direction du courant, quoique n'étant pas indifférente, a cependant moins d'importance que dans les névralgies aiguës.

On peut espérer une amélioration très notable et la guérison, chaque fois que les névralgies ou les névrites ne sont pas symptomatiques d'autres affections. Lorsqu'une des branches nerveuses est profondément altérée, et que les courants induits ne déterminent plus de contraction sur les muscles, le traitement est très long et la guérison complète paraît impossible : mais on peut cependant obtenir une amélioration assez notable, comme nous l'avons observé dans quelques cas de ce genre.

Lorsque les malades ont suivi précédemment un traitement par les opiacés, on remarque dans les premières séances d'électrisation par les courants continus, une légère excitation générale. Ce fait est presque constant et nous redoutons toujours d'avoir à soigner des malades qui ont été traités pendant longtemps par des injections de morphine. Chez ceux-ci on observe dans le commencement du traitement, quelquefois une augmentation de l'excitabilité des nerfs affectés et principalement une exagération des douleurs, mais principalement une surexcitation de tout l'organisme, un sommeil agité, et un ensemble de symptômes qui ressemblent beaucoup à ceux qu'on observe chez certaines personnes sous l'influence de très faibles doses d'opium.

Névralgies utérines. — Certaines névralgies, lorsqu'elles existent chez des femmes, présentent de suite les symptômes d'un état plus général ; ces névralgies, dites hysté-

riques, sont souvent le résultat de la maladie générale, mais quelquefois aussi elles en sont l'origine et dans tous les cas entretiennent les phénomènes hystériques. Elles doivent alors être traitées séparément, et parmi celles-ci les plus importantes sont celles du col de la matrice ou des régions voisines de la matrice. Chez quelques femmes très nerveuses, l'approche des règles et le gonflement des ovaires augmentent l'irritabilité des nerfs du bassin et l'excitation générale; elles se plaignent alors de douleurs dans les reins, d'hyperesthésie de toute la peau du ventre, de maux de tête, etc. Ces symptômes sont passagers et n'ont pas pour origine réelle une excitation des nerfs périphériques, ils ne sont qu'une conséquence des changements d'état d'autres organes. Mais il est d'autres cas, et c'est de ceux-là seuls que nous voulons parler, où il existe constamment une hyperesthésie de la peau du ventre, et une vraie névralgie de la matrice. L'observation suivante nous présente un cas de ce genre :

Mme X..., âgée de trente et un ans, a eu deux enfants dont l'aîné a neuf ans et le plus jeune sept ans. Pas d'affections antérieures, bonne constitution; depuis trois ans seulement elle présente quelques symptômes dits hystériques, sans avoir jamais de crises bien prononcées. Elle souffre très souvent de maux de tête, de douleurs de reins, de sensibilité extrême du côté droit de l'abdomen; de plus, depuis plusieurs mois elle est sujette à des migraines assez fréquentes qui la forcent de garder le lit, et qui sont accompagnées de dyspepsie. — Les règles sont régulières; mais elle se plaint de fortes coliques au moment de ses menstrues, et de leucorrhée. Le caractère est devenu très irritable, et les moindres émotions deviennent pénibles.

En promenant la main le long de la colonne vertébrale, elle indique en plusieurs endroits, surtout du côté droit, des points très sensibles; en ne faisant qu'une pression assez légère, on rencontre près de l'avant-dernière vertèbre dorsale, un endroit tellement sensible que la malade pousse un cri et se trouve mal. Toute cette région est hyperesthésiée, la peau est d'une sensibilité extrême, le moindre contact est douloureux; mais en s'éloignant des vertèbres, la partie droite seule de l'abdomen est excitable, et la ligne blanche offre une démarcation très nette.

L'examen de la matrice, fait par M. Tarnier, donne pour résultat : col un peu volumineux, position de la matrice normale, hyperesthésie de la moitié droite du col; le doigt promené sur le côté gauche du col ne produit aucune douleur ni aucune sensation, tandis que du côté droit il détermine des douleurs très vives.

Les lavages froids et plusieurs médicaments internes n'ayant produit aucune amélioration, nous avons essayé l'emploi des courants continus.

Voulant éviter l'application d'un des pôles sur le col de la matrice, nous avons agi uniquement sur la moelle. Nous placions le pôle positif sur la colonne vertébrale, au-dessous du point douloureux, à peu près de trois ou quatre vertèbres au-dessus, et le pôle négatif à la partie inférieure de la moelle. Le courant était, surtout dans les premières séances, assez faible (quinze éléments), et il fut augmenté peu à peu. Au bout de deux mois (vingt séances), l'état général de la malade s'était sensiblement amélioré, les douleurs avaient beaucoup diminué, les phénomènes généraux d'irritabilité avaient disparu; on pouvait promener le doigt sur la colonne vertébrale sans produire une sensation aussi douloureuse, et l'excitabilité de la peau de l'abdomen du côté droit était presque la même que du côté gauche. Nous n'avons pas constaté si le col de la matrice du côté droit avait également perdu de son excitabilité; mais il est permis de le supposer d'après les phénomènes morbides. Il y a plus de deux ans que ce résultat a été obtenu, et l'amélioration s'est maintenue. La malade ayant quitté Paris, le traitement n'a pas été continué. La migraine qui coïncide presque toujours avec les époques menstruelles a seule persisté.

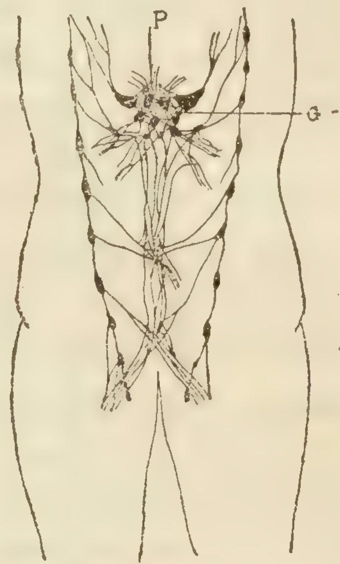


FIG. 116.

On peut, d'ailleurs, rapprocher ce cas de ceux mentionnés dans le chapitre sur l'influence des courants continus sur la circulation, et surtout d'un cas assez analogue cité par Remak.

On se trouvera toujours bien dans ces névroses d'appliquer un des pôles, et le plus souvent le pôle positif P, sur le plexus cœliaque (G, fig. 116), avec un rhéophore de dimension assez grande. Chez des personnes impressionnables, il faut éviter de faire des interruptions, mais surtout chez celles où il existe en même temps un peu de parésie intestinale, il est avantageux de faire de temps en temps quelques inter-

ruptions. Ce même procédé est indiqué dans les coliques saturnines.

Névralgies par contusion. — Les névralgies par contusion sont relativement rares, et c'est pour cette raison que nous rapportons l'observation suivante qui est typique.

Mme G..., ouvrière en broderies d'or, âgée de vingt-huit ans, bonne constitution, pas de maladies antérieures, est tombée au moment d'un étourdissement sur le coude du bras droit. Elle a ressenti aussitôt une douleur extrêmement violente dans le coude, un fourmillement dans tout l'avant-bras, et une impossibilité de remuer les doigts. Le lendemain, la plupart de ces symptômes s'amendent, surtout la perte de motricité; elle peut remuer les doigts et même se remettre au travail. Il lui reste cependant une douleur sourde au coude, une douleur continue dans la main et surtout au bout du petit doigt, de l'annulaire et du médian; cette douleur est surtout limitée au bout des ongles. De temps en temps, les douleurs s'irradient jusqu'à l'aisselle. Elle éprouve une sensation de chaleur dans tout le bras. Lorsqu'elle travaille un peu, la main se gonfle aussitôt, et elle a des tremblements dans tout le bras lorsqu'elle veut porter un objet un peu lourd. L'accident avait eu lieu au mois de juillet 1868, et elle nous fut adressée au mois de mars 1869, par M. A. Richard.

Au bout de douze séances, elle fut entièrement guérie de tous ces symptômes et put reprendre son travail sans fatigue. Nous la revîmes deux mois après, et la guéris on s'était maintenue,

Pendant chaque séance, nous appliquions le pôle positif sur les vertèbres cervicales et le pôle négatif sur le nerf cubital, dans la région du coude, où il est placé superficiellement.

Migraine. — Il ne faut pas confondre avec les névralgies proprement dites, les douleurs diffuses dues à une cause rhumatismale; c'est surtout pour les névralgies de la tête que cette différence est importante. Si quelques céphalalgies sont dues à des névralgies, la plupart, au contraire, ont une autre origine.

Il faut avant tout, dans la plupart de ces cas, bien examiner l'influence que peut exercer sur l'encéphale l'état des organes digestifs. Beaucoup de douleurs de tête n'ont pas d'autre cause que des digestions pénibles.

Dans certaines migraines, il n'est pas toujours facile de bien distinguer si l'état névralgique n'intervient pas également dans les souffrances ressenties par les malades.

Au point de vue du pronostic, ces distinctions ont une grande importance, car de toutes ces céphalalgies ce sont celles qui sont dues à une névralgie qui sont les plus faciles à guérir. Dans la migraine, nous ne pouvons rien affirmer de bien précis, car les cas que nous avons observés ne sont pas assez nombreux. Nous avons cependant vu quelquefois, sous l'influence d'un courant de 8 à 10 éléments appliqués pendant près de cinq minutes sur le front, disparaître des maux de tête très violents d'origine rhumatismale. Récemment, chez un malade auquel nous électrisions le ganglion cervical supérieur pour une paralysie du droit externe et et droit supérieur de l'œil gauche, nous avons en même temps fait disparaître les migraines dont il souffrait depuis plusieurs années. Dans ce cas, il est certain que ce sont les courants continus qui ont produit cette amélioration. Le malade, employé au chemin de fer de Lyon, ne pouvait suivre le traitement qu'à des jours fixes, et était toujours obligé de mettre quinze jours d'intervalle entre chaque série de six séances. Pendant les quinze jours où il n'était point électrisé, ses migraines revenaient toujours, tandis qu'elles n'avaient jamais lieu pendant les quinze jours qu'il suivait le traitement. Actuellement, ce malade, qui, pendant plusieurs années, avait souffert de migraines, en est complètement débarrassé. Cette observation semble donc démontrer que la migraine peut être guérie par les courants continus et qu'il serait avantageux d'électriser exclusivement le ganglion cervical supérieur. C'est, en effet, ainsi que nous procédons presque toujours en appliquant un des pôles sur le cou (G, fig. 117) et l'autre sur le front.

Dans un cas d'affection du grand symphatique que nous relaterons plus loin, les symptômes observés (tels que : chute de la paupière, le resserrement de la pupille, sueurs, etc.) furent précédés de migraines très violentes. On peut donc considérer certaines migraines comme des affections du sympathique, sans admettre la théorie exclusive qui veut que ce trouble soit une excitation du symphatique, provoquant une contraction tonique des muscles vasculaires et oculo-pupillaires. (Voyez, pour cette question, Jaccoud, *Traité de pathologie interne*, p. 452); ces faits viennent à l'appui des observations de M. du Bois-Reymond. Dans le traitement de la migraine, on se trouve également bien quelquefois de l'emploi des courants induits que l'on porte sous forme d'électrisation cutanée directement sur le point et sur les régions endolories, pendant 2 à 3 minutes. On peut dans tous les cas toujours essayer ce procédé, car rien n'est aussi variable que les résultats que l'on obtient dans cette affection, qui d'ailleurs a des causes diverses. D'une façon générale ce sont les migraines qui dépendent surtout d'un état rhumatismal ou celles qui sont liées à un trouble d'innervation du sympathique que l'on peut améliorer et même guérir, tandis qu'on n'agit que très passagèrement sur celles dont souffrent tant de gens anémiques et nerveux.

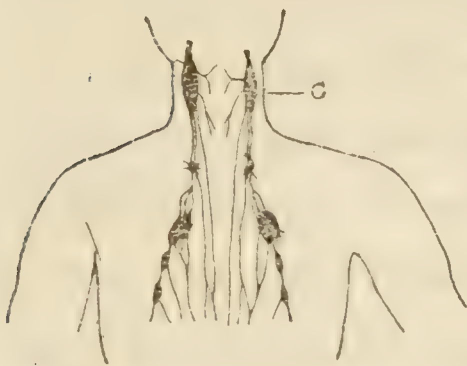


FIG. 117.

Anesthésie des nerfs périphériques.

Comme pour l'hyperesthésie, l'anesthésie peut dépendre

de plusieurs causes, et accompagne la plupart des affections nerveuses centrales. Presque toujours, dans ces cas, la perte de la sensibilité est accompagnée d'une paralysie motrice. D'un autre côté, l'anesthésie offre plusieurs modes différents : souvent la sensibilité est perdue pour certaines excitations, tandis qu'elle est conservée pour d'autres excitations qui ne sont pas plus fortes que les premières.

Les anesthésies de cause périphérique peuvent tenir à une lésion traumatique, à la compression par une tumeur ou un exsudat — au défaut de nutrition du tronc nerveux, à la suite d'une névralgie — à une diminution de circulation — à l'action prolongée du froid. Cette dernière cause est peut-être la seule qui donne lieu à une anesthésie limitée au trajet d'un nerf sensitif et sans autre complication du côté des nerfs moteurs ou des centres nerveux.

Cette forme d'anesthésie se rencontre surtout chez les personnes qui ont les mains presque toujours plongées dans l'eau, comme les laveuses. Nous l'avons observée chez un ouvrier uniquement occupé à laver les voitures et les chevaux.

L..., âgé de trente-cinq ans, laveur à la Compagnie des omnibus, a été pris, subitement, d'un fourmillement très grand dans l'avant-bras droit qui le fit lâcher le seau d'eau qu'il tenait dans la main. Nous le vîmes quinze jours après le début de la maladie ; tous les mouvements de l'avant-bras et de la main sont possibles, mais le malade se plaint néanmoins de faiblesse dans le bras droit et d'une difficulté très grande dans les mouvements. Il sent constamment un fourmillement le long du côté interne de l'avant-bras, et surtout dans le petit doigt et l'annulaire. L'insensibilité, dans toutes les parties innervées par le nerf cubital, est très prononcée ; les différences de température sont cependant bien moins appréciées que les piqûres d'une épingle ou les pincements de la peau.

Nous lui fîmes passer un courant ascendant sur le nerf cubital, le pôle négatif appliqué sur la nuque, et le pôle positif placé sur le coude ou promené sur la partie interne de l'avant-bras. Au bout de six séances il fut complètement guéri.

Dans l'observation suivante, l'anesthésie eut également pour cause l'impression du froid.

A..., âgé de quarante ans, menuisier, étant pris de vin, s'était endormi dans sa chambre, la fenêtre ouverte, le bras droit découvert et placé sous sa tête dans sa partie supérieure.

Le lendemain matin, il se réveille avec des fourmillements très prononcés dans la main, et une perte de la sensibilité dans presque tous les doigts. A partir de ce moment, il ressent constamment un fourmillement dans la main, et le bras reste toujours froid et engourdi. Les mouvements de la main ne sont pas abolis, mait un peu affaiblis; dans tout le bras il y a un peu d'anesthésie; mais c'est principalement dans les doigts que la diminution de la sensibilité est très marquée; il y a anesthésie incomplète mais assez prononcée à la pression, au pincement, et aux variations de température. Le malade ne sent ni ne peut tenir les objets de petite dimension.

Au bout de douze séances d'électrisation avec un courant ascendant de quarante éléments, le pôle négatif sur la nuque, et le pôle positif placé sur le plexus brachial ou promené sur le bras, le malade reprend son travail et se dit complètement guéri.

Nous croyons que dans ces deux cas les courants induits auraient également réussi, surtout en les employant comme le recommande M. Duchenne, c'est-à-dire en se servant de pinceaux métalliques, et en faisant passer un courant rapidement interrompu à travers la peau. Ce procédé est donc le même, ou à peu près, que celui qu'on emploie pour les hyperesthésies de la peau, et quoique nous ne mettions pas en doute son utilité dans certains cas d'anesthésie, nous le croyons moins efficace que dans les hyperesthésies. Dans ces derniers cas, en effet, on conçoit qu'il diminue la sensibilité; car les courants interrompus, et surtout lorsqu'ils sont intenses, font toujours perdre aux nerfs de leur excitabilité, d'où leur indication logique dans les hyperesthésies. Dans les anesthésies, au contraire, cet effet est loin d'être utile, et les courants induits n'agissent alors que directement. L'électrisation de la peau amène toujours, comme nous l'avons tant de fois répété, une dilatation vasculaire ré-

flexe, et par conséquent doit modifier favorablement les anesthésies qui sont dues à l'anémie de la peau et au manque de sang oxygéné.

Mais les courants continus agissent également et même plus efficacement sur la circulation, et de plus, comme nous l'avons dit, leur direction a une influence très marquée sur les nerfs sensitifs. Nous insistons d'autant plus sur ce point, quoique nous l'ayons étudié complètement dans la partie physiologique, que nous sommes presque seuls à soutenir que dans les organes périphériques, le courant ascendant est un excitant de la sensibilité, tandis que le courant descendant diminue l'excitabilité des nerfs sensitifs. La raison qu'en donnent les médecins allemands n'est nullement tirée d'expériences précises ou d'observations pathologiques, mais elle est la conséquence de leurs théories sur les molécules électriques des nerfs. D'après eux, lorsqu'on veut diminuer l'excitabilité dans les nerfs ou dans les muscles, c'est l'*anélectrotonus extra-polaire descendant* qui doit être employé, et lorsqu'on veut ranimer l'excitabilité, il faut employer le *catélectrotonus extra-polaire descendant*. Or, dans un langage plus simple, l'anelectrotonus extra-polaire descendant signifie : courant ascendant, et le katélectrotonus extra-polaire descendant signifie : courant descendant. Donc, d'après ces auteurs, c'est le courant descendant qui augmente l'excitabilité des nerfs et des muscles, et le courant ascendant qui diminue l'excitabilité des nerfs et des muscles.

Pour nous, au contraire, et c'est sans théorie, sans idée préconçue que nous sommes arrivés à cette conclusion : le courant descendant diminue l'excitabilité des nerfs sensitifs, tandis que le courant ascendant augmente cette excitabilité. Nous avons rapporté plusieurs expériences et plusieurs faits

d'observation pathologique qui établissent et confirment cette loi, et le paragraphe précédent dans lequel nous avons montré l'avantage, dans les névralgies, du courant descendant, est une nouvelle preuve de ce que nous avançons. Il faut bien remarquer que la plupart des auteurs sont d'accord sur ce point pathologique, que, dans les hyperesthésies, le courant descendant est préférable, tandis que c'est le contraire qui devrait avoir lieu d'après les lois théoriques des physiologistes allemands.

Voici un fait que nous avons eu l'occasion d'observer quelquefois chez l'homme, et qui démontre d'une manière bien nette l'influence de la direction des courants continus sur l'excitabilité des nerfs sensitifs.

Si l'on applique un des rhéophores au cou, sur le plexus brachial, et l'autre au coude sur le nerf cubital à l'endroit où il est superficiel, on détermine au premier instant du passage du courant continu, un fourmillement très prononcé, surtout dans le petit doigt et l'annulaire. A ce moment, une piqûre ou un pincement faits sur le dos de la main, près de la région interne ou sur le petit doigt, ne déterminent qu'une impression très obscure, parce que le fourmillement provoqué éteint les autres sensations. Mais si l'on maintient les rhéophores, de manière que le courant traverse d'une façon constante le nerf cubital, on observe que les irritations déterminées sur la main ou sur le petit doigt sont perçues comme à l'état normal lorsque le pôle positif est appliqué sur le coude et le pôle négatif sur le cou, c'est-à-dire lorsque le nerf cubital est traversé par un courant ascendant, tandis que la *sensibilité de ces parties est beaucoup diminuée* lorsque le pôle positif est appliqué au cou et le pôle négatif sur le coude, c'est-à-dire lorsque le nerf cubital est parcouru par un *courant descendant*. C'est donc ce courant qui di-

minue la transmission au cerveau des excitations produites sur les nerfs sensitifs.

La plupart des cas d'anesthésie limitée et sans cause générale, sont presque toujours dus, comme nous l'avons dit, à l'influence du froid. Remak[1] rapporte cependant un cas d'anesthésie provenant de l'action de la chaleur longtemps prolongée et qui avait déterminé des extravasations sanguines. Comme cette observation nous paraît encore importante au point de vue de l'influence des courants continus sur la résorption des exsudats, nous allons la rapporter tout entière.

Le 10 juin 1858, se présente à ma consultation, Mme Schotz, âgée de soixante-dix ans, laitière. Cette femme souffre depuis douze ans, mais en particulier depuis trois ans, d'un engourdissement des pieds, consécutif à l'usage fréquent d'une chaufferette. L'engourdissement s'étend de la plante des pieds jusqu'au dessus des malléoles, et tourmente beaucoup la malade pendant la marche; elle prétend aussi que cet état se complique d'une gêne circulatoire et d'angoisses. Je croyais avoir affaire à un émoussement des fibres sensitives, provenant de la trop forte chaleur de la chaufferette, et, partant de ce point de vue, je traitai cette maladie singulière et nouvelle pour moi, du 10 juin au 8 juillet, six fois avec des courants constants forts, que je dirigeai sur les pieds, parce qu'un essai m'avait semblé prouver que les courants induits ne produisaient pas d'effet. Il est vrai que la malade avait éprouvé quelque amélioration; mais ses plaintes n'étaient pas en rapport avec le rapidité des effets curatifs que je vois habituellement dans les anesthésies périphériques. Sur ces entrefaites, mon attention fut captivée par l'existence de grandes taches jaunâtres qui entouraient la partie inférieure des deux jambes, et que j'avais regardées comme d'anciennes cicatrices d'ulcères, avec lesquelles elles avaient la plus grande similitude; mais la malade m'assura que ces taches brunes s'étaient développées depuis douze ans, à la suite de l'emploi de la chaufferette, et que depuis ce temps l'engourdissement des pieds s'était également produit.

Dans les taches mêmes, on ne voyait pas de veines, tandis qu'au-dessous et au-dessus on voyait une foule de veines variqueuses, serpentées, comme on les rencontre si communément chez les femmes de cet âge. Il était évident que ces taches brunes n'étaient que des restes d'extravasations sanguines provoquées par la trop grande chaleur, qui, finalement, avait amené

1. *Loc. cit.*, p. 395.

une oblitération des petits vaisseaux et troublé la puissance fonctionnelle des nerfs cutanés. En effet, l'engourdissement s'étend jusqu'à la circonférence de ces taches, et ce n'est que pendant la marche qu'elle l'éprouve jusqu'au mollet. Je dirige le traitement sur ces taches brunes; elles pâlissent sous l'action répétée du courant, et se subdivisent en taches plus petites, pendant que, simultanément on voit apparaître dans leur circonférence de petites veines; en même temps, le sentiment et la force reviennent dans les jambes, et l'angoisse disparaît. Après sept séances, la malade me quitte, quoiqu'il existe encore beaucoup de taches brunes.

Nous avons observé un cas d'anesthésie de la vessie, sans aucune autre complication du côté des voies urinaires. La santé générale était très bonne; il n'y avait ni paralysie ni contracture de la vessie, seulement le malade n'avait jamais le sentiment de plénitude de la vessie, et n'éprouvait presque jamais l'envie d'uriner. Nous ne pûmes décider ce malade à se laisser introduire une sonde électrique dans la vessie, et l'application des courants continus sur le périnée et sur la région lombaire n'eut aucun résultat.

Les anesthésies par cause traumatique, *sans autre lésion* des tissus ou de la motricité, sont très rares, et nous n'en avons observé qu'un seul cas dans lequel l'anesthésie d'ailleurs était très limitée.

M. C..., chimiste, s'était luxé la troisième phalange de l'annulaire de la main gauche. La luxation fut réduite immédiatement, et il n'y eut aucun accident inflammatoire. Mais à partir de ce moment, il y eut des fourmillements limités dans ce doigt. La sensibilité avait presque complètement disparu; des piqûres d'épingles n'étaient pas senties, et le malade ne pouvait plus apprécier la présence d'objets de petite dimension. Ce qui le gênait le plus, à cause de ses occupations, c'est que ce doigt, qui avait un peu de raideur, venait toujours butter contre les objets qu'il voulait saisir, et que, ne sentant plus les différents degrés de température, il s'y était plusieurs fois déterminé de légères brûlures.

Il ne pouvait apprécier la forme des objets; un verre rond, par exemple, lui donnait la sensation d'un objet carré.

Après la première séance d'électrisation par des courants continus, le doigt sentait la forme des objets. C'est ainsi qu'il reconnaissait, non seulement la courbe formée par un verre à bordeaux, mais encore chacune des facettes

taillées dans le bas du verre. Cet état se maintint pendant trois heures, puis le doigt redevint insensible. Après la deuxième séance, la sensibilité reparut encore pendant près de trois heures. Après la troisième séance, elle dura pendant cinq heures, et au bout de six séances elle revint complètement pour ne plus disparaître.

Il est presque inutile d'insister sur les anesthésies de cause hystérique, car celles-ci dépendent de l'état général, et sont essentiellement variables. L'emploi de l'électricité statique et de la faradisation cutanée sont ce qu'il y a de préférable pour ces anesthésies, et c'est même dans ces cas que la métallothérapie a son emploi. Dans presque tous ces cas, l'anesthésie a lieu d'un seul côté du corps, et lorsqu'elle coïncide avec de la paralysie ou de l'ataxie, on arrive à guérir tous les symptômes en agissant uniquement sur les troubles de la sensibilité. Vulpian et Merklen ont avec raison appelé l'attention sur l'influence qu'exerce la faradisation cutanée portant sur un point limité du tégument. Dans une observation relatée par Merklen, cette influence a été instantanée et complète après cinq minutes de faradisation.

Augmentation de l'excitabilité des nerfs moteurs. — Spasmes.

Si les nerfs moteurs se trouvent dans un état d'excitation morbide, ils déterminent des contractions des muscles; ces contractions peuvent être permanentes (spasmes toniques) ou intermittentes (spasmes cloniques). Les différents nerfs moteurs, qui sont le plus souvent atteints d'excitation, sont le nerf facial, les filets nerveux de l'avant-bras ou des doigts (crampe des écrivains) et des filets du nerf spinal (tic de la tête, torticolis chronique). Les contractures rhumatismales et les contractions ataxiques seront traitées dans des chapitres spéciaux.

Tic convulsif de la face. — Cette affection n'est pas très rare et peut être limitée à une branche ou à plusieurs branches du facial. Lorsqu'elle est limitée aux rameaux palpébraux, elle donne lieu à des contractions plus ou moins rapides de la paupière supérieure ou à un resserrement complet des paupières; dans ce cas, elle prend le nom de blépharospasme.

Les spasmes n'ont pas toujours lieu avec la même intensité, souvent ils disparaissent complètement pendant certains moments de la journée, l'émotion les rend en général plus violents ; nous avons cependant observé un cas où l'émotion les arrêtait complètement pendant plusieurs minutes.

Dans quelques cas, on parvient à arrêter ces contractions en comprimant le nerf facial à sa sortie ; mais ce résultat est loin d'être constant; nous croyons avoir remarqué que ce sont les cas dans lesquels, en comprimant le nerf facial, on fait cesser les spasmes qui sont les plus faciles à modifier favorablement par les courants électriques.

Dans la plupart des cas de tic convulsif de la face, tous les traitements échouent. Les courants induits sont tout à fait contre-indiqués; quant aux courants continus, ils produisent quelquefois une légère amélioration, mais malheureusement cette amélioration n'est souvent que passagère.

Nous avons traité un cas de tic convulsif de la face où les spasmes, d'abord limités dans les muscles de l'aile du nez (côté droit), ont paru céder un instant à l'application des courants continus. Le blépharospasme était devenu moins violent, le malade pouvait de nouveau maintenir l'œil ouvert pendant quelque temps, ce qui lui était impossible précédemment; mais tandis que cette amélioration avait lieu du côté des paupières, les autres muscles de la face présentaient des contractions plus fortes et plus fréquentes. Il

y eut néanmoins, au bout d'une quinzaine de séances, une amélioration générale assez marquée, mais il fut impossible d'obtenir une guérison complète.

Cependant, dans un cas de spasme des muscles des paupières, accompagné d'un peu de douleur, nous avons obtenu un résultat très satisfaisant. Une dame de quarante ans souffrait depuis près de huit mois d'un blépharospasme de l'œil gauche, que l'on faisait cesser en comprimant le nerf facial. Soignée d'abord sans succès par plusieurs oculistes, elle nous fut adressée par le Dr Liebreich pour essayer l'emploi des courants continus. Nous fondant sur ce principe que le courant ascendant diminue l'excitabilité des nerfs moteurs, et que dans ce cas, la cessation complète des contractions par la compression du nerf facial, indiquait bien que l'affection ne dépendait que de l'excitation de ce nerf, nous fîmes passer un courant ascendant de 12 éléments sur le trajet du nerf. Nous mettions le pôle positif sur l'angle externe de l'œil et le pôle négatif sur le tronc facial à sa sortie du crâne. Dès la deuxième séance, la malade se sentit soulagée, et l'amélioration augmenta de jour en jour. Après onze séances, la malade se considéra comme guérie, et cessa tout traitement. Le mieux a persisté, et ce serait un cas de succès assez rare ; malheureusement les récidives sont très fréquentes.

Spasmes fonctionnels.

Crampe des écrivains. — La crampe des écrivains est l'affection de ce genre qui est la plus commune. Le plus souvent elle survient chez les personnes qui écrivent beaucoup, et dans ces cas elle est très difficile à guérir ou à améliorer.

Quelquefois elle apparaît chez des personnes très nerveuses, qui n'ont pas l'habitude d'écrire beaucoup. La même affection se rencontre chez les dessinateurs et les graveurs, et dans d'autres métiers réclamant des mouvements des doigts plus ou moins compliqués : c'est ainsi qu'on observe la crampe des pianistes, la crampe des cordonniers ou la crampe des trayeuses de vaches. Nous avons même observé une crampe par l'usage des béquilles.

Il faudrait, pour employer rationnellement les courants électriques, connaître au juste la pathologie de cette maladie ; mais malheureusement on ne connaît rien de bien précis à ce sujet. Romberg, et avec lui Axenfeld, admettent pour cause une lésion centrale. Jaccoud considère les symptômes de cette affection comme dus à une paralysie ou à une atonie. Chez un de nos malades, nous avons pu trouver une cause nettement rhumatismale. Il écrivait toujours dans une salle difficile à chauffer, et il ressentait depuis longtemps un léger engourdissement dans le bras. Un jour, après un lavage avec de l'eau très froide sur l'épine dorsale, il s'aperçoit que son pouce est comme gelé et qu'il se gonfle. A partir de ce moment il ne peut plus tenir le porte-plume qu'en le serrant à le casser et il ne peut qu'avec grande difficulté écrire quelques mots.

D'après Niemeyer, l'explication qui paraît la plus plausible est celle de Fritz, d'après laquelle cette crampe serait une névrose réflective, dans laquelle l'excitation des nerfs moteurs ne partirait pas, comme dans la plupart des autres névroses de ce genre, des nerfs sensibles de la peau, mais des nerfs sensibles des muscles.

Cette explication paraît, en effet, très satisfaisante, car ce n'est que la position de la main pour écrire qui amène la contracture, et tous les autres mouvements, de même que

toute espèce d'excitation périphérique, ne peuvent la produire. Dans cette hypothèse, on devrait chercher à diminuer l'excitabilité des nerfs sensitifs des muscles, et non celle des nerfs moteurs. Il faudrait donc employer un courant descendant dirigé de la moelle au muscle même.

Les auteurs qui ont employé les courants électriques dans ces cas ne sont pas d'accord sur la manière de les appliquer. La plupart, il est vrai, considèrent les courants induits comme fort peu utiles, mais ils diffèrent sur le mode d'emploi des courants constants. Benedikt emploie un procédé assez compliqué. Il électrise d'abord la moelle avec un courant ascendant, puis il fait passer un courant descendant de la moelle aux tissus nerveux et aux muscles, et enfin il emploie encore plus tard la faradisation périphérique.

Niemeyer s'exprime ainsi : « Dans un cas de crampe des écrivains, que j'ai combattu sans espérance de succès, presque brutalement, par les courants constants, j'ai obtenu un rétablissement tellement complet que le malade qui depuis des années se servait de sa main gauche, écrit aujourd'hui de nouveau avec la main droite. Le traitement de la crampe proposé par Benedikt, et à l'aide duquel quelques succès ont été obtenus, a complètement échoué entre mes mains, et a même aggravé le mal dans quelques cas. S'il en est de la pathogénie de la crampe des écrivains, comme je l'ai dit plus haut, mon traitement, sans que je m'en fusse rendu compte a été des plus rationnels. Je faisais, en effet, agir le courant sur les muscles du pouce et de l'index, et par conséquent aussi sur les nerfs musculaires sensibles qui les parcourent; et le résultat favorable s'expliquerait simplement par ce fait que le courant constant aurait fait disparaître, par son action catalytique, l'état pathologique de la nutrition et l'exa-

gération morbide de l'excitabilité des nerfs musculaires sensibles, provoquant le spasme par voie réflexe. »

Nous avons eu l'occasion d'employer les courants continus dans plusieurs cas de crampes des écrivains, et si nous avons eu une grande amélioration dans certains cas, et dans des cas à leur début une guérison complète, nous devons reconnaître que nous avons échoué pour les cas très anciens et chez lesquels les mouvements étaient absolument spasmodiques.



FIG. 118. — Appareil de Velpeau pour la crampe des écrivains.

Chez un malade, nous avons essayé les injections de curare sans aucun succès ; des frictions opiacées ont un instant amené un peu d'amélioration. Ce résultat semblerait plaider en faveur de l'hypothèse d'une névrose réflective et démontrer l'avantage de diminuer l'excitabilité des nerfs sensitifs.

On a employé une série d'appareils pour permettre aux personnes atteintes de cette maladie, d'écrire. Les meilleurs sont peut-être ceux représentés figures 118 et 119 ; mais ils ont l'inconvénient d'être un peu volumineux. Dans tous les cas, ces appareils, comme la plupart de ceux qui ont

été construits, ne remédient que momentanément à la difficulté des mouvements, et leur grand avantage consiste en ce qu'ils forcent à écrire plus lentement. Nous préférons cependant l'appareil représenté fig. 119, parce qu'il force les doigts à s'étendre, et que le disque en bois offre une surface d'appui assez considérable.

Le docteur Gallard a fait une étude très détaillée de l'écriture de ces malades. Nous y retrouvons des types assez variés, et cela nous confirme dans notre opinion, que cette

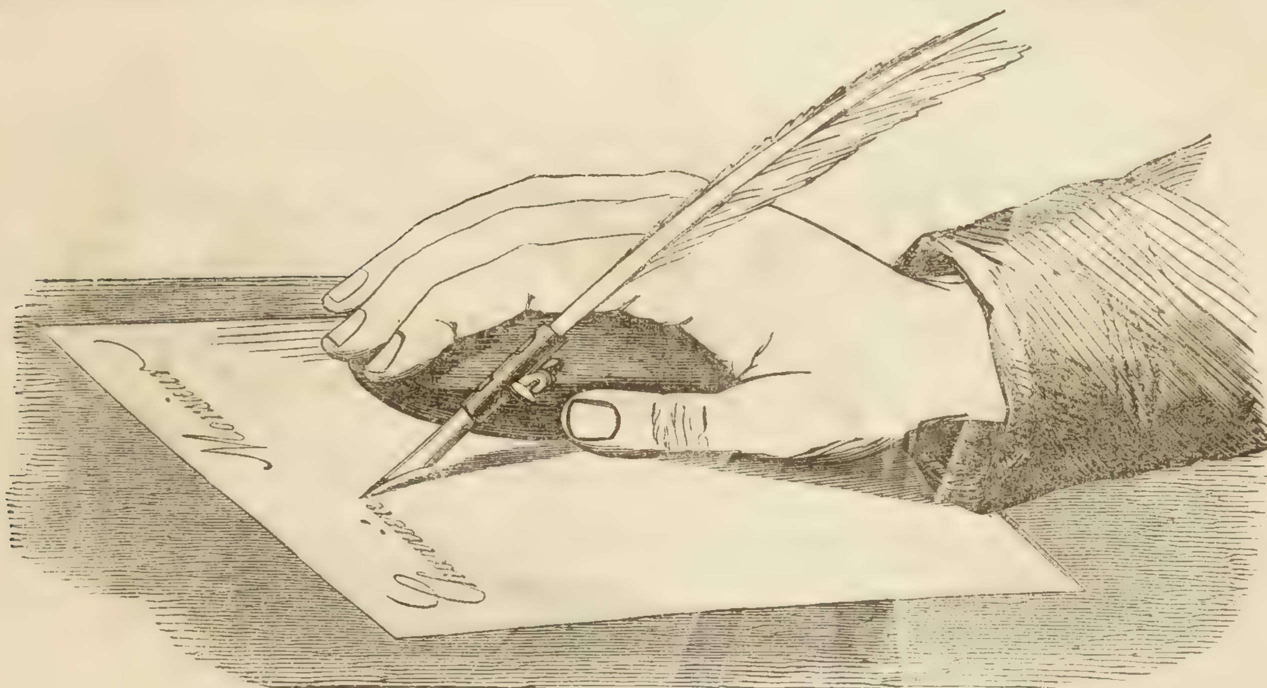


Fig. 119. — Appareil pour la crampe des écrivains (Duchenne de Boulogne). — Sur le disque roulant sur un galet, on place la main.

affection présente deux formes très opposées; dans l'une, les phénomènes sont essentiellement spasmodiques, dans l'autre, il y a de l'atonie et de l'incoordination musculaire (fig. 120). La forme la plus fréquente est la forme spasmodique, et elle se révèle d'une façon incontestable dans la formation des lettres qui ne sont plus qu'un assemblage d'une série de traits. Dans les mots ci-joints (fig. 121) écrits par une personne atteinte depuis plusieurs années de la crampe des écrivains, on voit la succession de secousses

musculaires. Ajoutons que ce malade a écrit ces mots lentement et en s'appliquant à bien faire ses lettres. Quand l'affection en est à ce point, nous croyons qu'elle est incurable.

La crampe des violonistes est plus facile à guérir, ainsi que celle des pianistes. Mais, ici encore, il faut tenir compte de l'ancienneté de la maladie et de l'état général des malades.

La crampe des télégraphistes, que nous avons signalée les premiers, il y a plusieurs années, nous présente un ensemble

Fig. 120.

de faits des plus instructifs sur l'étiologie, et la marche de toutes ces affections à spasmes fonctionnelles. L'affection survenant en général, petit à petit, chez des individus qui observent et qui analysent tous les symptômes qu'ils éprouvent, les indications ainsi recueillies se trouvent des plus précieuses et peuvent servir à se rendre compte de ces névroses de coordination.

C'est avec le télégraphe Morse et surtout avec le Hughes Duplex que cette affection apparaît principalement, et le résultat est toujours la difficulté de coordonner les mouvements

qui doivent alternativement former les points et les traits.

Mais dans le mal télégraphique, plus peut-être que dans n'importe quel autre spasme fonctionnel, on retrouve les caractères qui démontrent d'une façon très nette que ces affections dépendent également du tempérament des individus, et que l'influence des centres nerveux joue un très grand rôle.

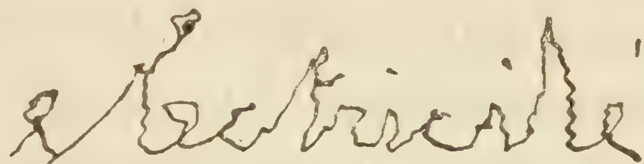


Fig. 121.

Quelques employés, naturellement nerveux et excitables, ont la sensation de crampes après un service très court; leur état général en souffre en même temps. *Ce n'est donc pas seulement la répétition fréquente des mêmes mouvements qui amène la crampe, mais bien le plus ou moins d'irritabilité*. C'est la même chose pour la crampe des écrivains, qui est surtout fréquente chez les employés de commerce, qui, à un moment donné, sont tenus d'écrire précipitamment un certain nombre de pages, ou chez des banquiers, par exemple, qui, avant le départ du courrier, expédient fiévreusement, une série de lettres. Ces conditions influent bien plus que la fréquence des mêmes mouvements, surtout lorsque ceux-ci se font d'une façon calme et régulière.

L'affection se propage souvent à tous les muscles et nous avons cité (*Mém. de la Soc. de biologie*, 1875) le cas d'un employé qui, successivement, s'est servi du pouce, de l'index et du médius. Chacun de ses doigts put manipuler, pendant deux ou trois mois, mais l'un après l'autre ils furent pris de spasmes. Enfin, il se servit du poignet, qui, au bout de quelque temps refusa également tout service.

Les mouvements, dans la manipulation du bureau expéditeur, ont lieu de haut en bas, aussi bien pour la main que pour les doigts, et tous ces mouvements verticaux étant devenus difficiles, un des employés, atteint de ce mal, eut l'idée de modifier le sens de ses mouvements au moyen d'un système de transmission très simple ; il faisait mouvoir le levier en déterminant un mouvement horizontal sur un fil tendu d'un point d'appui au levier. Par ce procédé, il parvint, pendant quelque temps, à transmettre les dépêches, mais bientôt ces mêmes mouvements devinrent gênés et occasionnèrent des crampes.

Une fois l'affection bien déclarée, toute espèce de combinaison tendant à modifier la forme des mouvements permet, pendant quelque temps, de se livrer au même travail, mais souvent la crampe reparaît également dans ces mouvements ayant le même but. De même, pour la crampe des écrivains, il arrive quelquefois que le spasme se produit pour la main gauche, lorsque primitivement il n'existait que pour la main droite, et c'est ce qui explique comment la plupart des appareils qui ont été préconisés n'offrent pas de grands avantages.

Il y a donc des caractères communs pour tous les spasmes fonctionnels ; cependant, c'est surtout chez les employés du télégraphe que les phénomènes généraux sont plus fréquents et plus considérables, car il y a pour eux une foule de circonstances qui viennent compliquer et aggraver les symptômes locaux et périphériques.

Il ne faut pas oublier, en effet, que les caractères télégraphiques se forment au moyen d'une combinaison de points et de traits qui exige la contraction et le relâchement intermittent et rapide de toute une série de muscles. Un employé, d'une habileté moyenne, transmet ou reçoit al-

ternativement, environ 7000 signaux à l'heure, soit, au total, 49 000 signaux par jour, la durée du service étant de sept heures. Il faut encore tenir compte du surcroît de travail, d'irritation nerveuse que causent les discussions et les erreurs qui surviennent inévitablement entre les employés du bureau expéditeur et ceux du bureau récepteur.

Sous peine de faire commettre une erreur à celui qui reçoit la dépêche, les mouvements du manipulateur doivent être cadencés avec une régularité parfaite. En même temps, la transmission doit être marquée du temps d'arrêt d'une durée de convention; celle-ci doit être plus longue entre chaque mot qu'entre chaque lettre d'un même mot, et, entre chaque lettre d'un même mot qu'entre chaque signal d'une même lettre.

Ainsi, en prenant pour exemple le nom de l'un de nous, une simple différence de temps d'arrêt peut faire lire : Oteimus, Otomus, Obmus, Onittus, Oteittus. D'après le calcul d'un employé très intelligent, qui m'a communiqué ces détails, rien que la transmission de l'E seul, peut tronquer le mot *référé* de quatre cent quarante-sept manières différentes.

Outre la contraction musculaire, la transmission occasionne, par conséquent, en même temps une grande fatigue par la tension d'esprit continuelle qu'elle exige.

Signalons incidemment (car au point de vue pyschologique cela est important), des particularités très curieuses et qui rentrent dans les mouvements réflexes se produisant par habitude, et d'une façon tout à fait inconsciente. La main n'obéit pas toujours aux déterminations de la volonté. Souvent même un mot mal lu est transmis correctement. D'un autre côté, un employé dont la transmission est lente naturellement, ne s'interrompt pas toujours lorsqu'il vient

à sommeiller; dans ce cas, il transmet à son correspondant les pensées qui accompagnent ce demi-rêve, car il continue à faire marcher le levier avec sa main et à expédier des dépêches.

Enfin, à côté du spasme et de la raideur musculaire, il existe quelquefois des symptômes tout à fait opposés, car la main va plus vite que la volonté, et se livre à une série de mouvements coordonnés et déchiffrables, mais trop rapides. C'est surtout après quelque temps de manipulation que ces phénomènes peuvent se produire; normalement, d'ailleurs, ce n'est qu'après une heure de travail que la manipulation atteint son maximum de vitesse.

D'après les renseignements que nous avons obtenus, les symptômes généraux seraient, en outre, bien plus fréquents et se produiraient bien plus rapidement chez la femme que chez l'homme. Ces symptômes se manifestent surtout par des palpitations, des vertiges, de l'insomnie et souvent un trouble de la vue. Dans cette affection, comme dans la fatigue cérébrale amenée progressivement par une grande activité du cerveau, il existe à la nuque un sentiment de constriction qui semble maintenir, comme dans un étau, la partie postérieure du crâne. Cette sensation est assez fréquente chez les hommes d'affaires, et Brown-Séquard nous a dit qu'elle existait presque constamment chez les Américains rendus malades ou surexcités à la suite de grandes préoccupations de commerce ou d'industrie. Elle apparaît surtout lorsqu'on veut forcer les fonctions intellectuelles déjà fatiguées; nous l'avons observé chez plusieurs personnes dans ces conditions.

A la surexcitation succèdent l'abattement, la tristesse et une complète atonie physique et morale. Le sujet perd la mémoire, et la folie peut même être la conséquence de cet

état pathologique. Nous manquons de données statistiques exactes, mais dans une pétition des employés télégraphistes autrichiens, on prétend qu'un personnel de 1269 employés fournit 38 aliénés, soit 30 p. 1000 tandis que la population ordinaire ne fournit que 1 sur 1000. Cette différence est tellement considérable que nous croyons qu'il y a quelque exagération.

Paralysies périphériques.
Paralysies à la suite de compression ou de contusion.

Les paralysies périphériques sont produites chaque fois que les nerfs moteurs sont séparés des centres par une cause traumatique ou par une modification de texture qui leur fait perdre leur excitabilité.

Les paralysies traumatiques, à la suite de la section d'un nerf, et les paralysies du nerf facial, offrant un intérêt tout particulier sous le rapport de la contractilité des muscles paralysés, nous renvoyons leur étude au chapitre consacré à l'influence des courants électriques sur le système musculaire. Il ne nous reste donc à considérer que les cas de paralysie périphérique à la suite d'une contusion ou d'une pression exercée sur les troncs nerveux et certains cas de paralysies rhumatismales.

Paralysie à la suite de compression ou de contusion. — Les paralysies sont produites à la suite de la compression d'un nerf par des tumeurs de diverses natures, par la destruction des nerfs compris dans des foyers de suppuration, des eschares, des appareils de bandage, ou des tumeurs siégeant dans les nerfs eux-mêmes. Dans tous ces cas, le traitement électrique ne peut être employé que lorsque la cause de la compression est enlevée ; il est complètement inutile

lorsque la cause subsiste. Lorsqu'on peut, soit extirper la tumeur, soit guérir la carie, etc., le traitement électrique est simple, et à moins que le nerf ne soit complètement altéré, les résultats en sont toujours très satisfaisants. Dans ces cas, il y a toujours une atrophie musculaire plus ou moins grande, et il faut donc diriger le traitement sur les nerfs et sur les muscles, et employer en même temps les courants continus et les courants induits : les courants continus pour agir sur la nutrition générale et surtout pour ramener l'excitabilité des nerfs; les courants induits pour agir sur le fonctionnement des muscles.

Dans l'application des courants continus, on place le pôle positif sur la moelle ou, dans tous les cas, au-dessus du point lésé, et le pôle négatif sur le point lésé ou un peu au-dessous, afin de comprendre la partie malade du nerf entre les deux pôles.

Comme l'atrophie musculaire est presque toujours simple, on pourra avec avantage électriser les muscles localement avec des courants induits.

Lorsque l'altération nerveuse ou musculaire est due à la compression causée par un appareil ou un bandage, il faut employer le même procédé, et, dans presque tous ces cas, le succès est certain.

A la suite de fractures, il arrive souvent que les troncs nerveux peuvent être contus ou lésés, ce qui entraîne une paralysie et une atrophie des muscles innervés. Lejeune[1] a réuni quelques cas de ce genre, dans lesquels il a observé des atrophies musculaires consécutives très considérables. Il a pesé comparativement les muscles du côté sain et ceux du membre lésé. Du côté sain, les trois portions du muscle

1. Thèse de doctorat. Paris, 1859.

triceps crural réunies pesaient 1125 grammes, tandis que du côté malade elles ne pesaient que 631 grammes.

Ollivier, dans sa thèse d'agrégation, rapporte deux cas de paralysie de ce genre qui lui ont été communiqués par Duchenne.

Un homme qui s'était brisé le condyle interne de l'humérus à l'âge de onze ans, vit survenir peu à peu un amaigrissement et une faiblesse progressive de la main droite. On constata, quelques années plus tard, que les muscles de la région hypothénar étaient atrophiés, ainsi que les interosseux. La contractilité électro-musculaire avait disparu.

Trente jours après une fracture du col de l'humérus, à la levée de l'appareil, on s'aperçut qu'il y avait une paralysie des muscles de la face postérieure de l'avant-bras. Pendant que le membre se trouvait dans l'appareil, des douleurs s'étaient manifestées dans l'index et le pouce.

Deux mois plus tard, on reconnut une atrophie des muscles extenseurs de l'avant-bras. La faradisation fut employée et les muscles recouvrèrent peu à peu leurs fonctions.

L'emploi des béquilles amène souvent une parésie des muscles du bras par compression du plexus brachial, et nous avons observé un cas où l'usage des béquilles au lieu de déterminer cet état paralytique détermina au contraire un ensemble de contractions présentant la plupart des symptômes de la crampe des écrivains.

Nous ne connaissons pas d'observation où l'on ait cité cette influence spasmodique de la compression du plexus brachial par les béquilles, tandis que les parésies consécutives sont assez communes.

Enfin nous citerons l'opinion sans doute trop exclusive de Panas, qui considère toutes les paralysies radiales dites *a frigore* comme le résultat de la compression du nerf radial.

La simple *contusion* peut quelquefois amener une paralysie.

« Les phénomènes du premier degré de la *contusion* brusque d'un nerf sont connus : le blessé éprouve immédiatement une très vive douleur, qui se propage aux extrémités du nerf, sous forme de picotements ou d'engourdissements ; puis la douleur diminue et cesse progressivement. Cependant les choses ne se passent pas toujours d'une façon aussi simple, et l'on a vu, trois ou quatre semaines après une contusion du nerf cubital, qui n'avait pas été trop violente, et alors que toute douleur locale avait depuis longtemps disparu, la force et la sensibilité diminuer dans la main, les mouvements y devenir pénibles et mal assurés, enfin peu à peu une paralysie des interosseux s'établir définitivement[1]. »

Les paralysies des muscles de l'épaule à la suite d'une contusion de l'épaule, sont très fréquentes.

Les *luxations*, surtout celles de l'épaule, donnent lieu très souvent à des paralysies et à des atrophies consécutives des muscles du membre supérieur. Les paralysies à la suite de luxations coxo-fémorales sont très rares ; nous en avons observé un cas que nous relatons ici :

Paralysie de la jambe à la suite d'une luxation coxo-fémorale. — Leguain, âgé de quarante-six ans, ouvrier terrassier, a reçu sur la cuisse gauche un grand bloc de terre mélangée avec de gros cailloux, le 29 mai 1868. Aussitôt, il ne put se tenir debout, et crut être pris d'une crampe dans toute la jambe gauche. Transporté à l'hôpital de Meaux, on constata une luxation du fémur; le genou était porté en avant et fortement en dedans; la cuisse était légèrement fléchie sur le bassin et la jambe sur la cuisse; le raccourcissement en était très considérable (la luxation était probablement une luxation ilio-ischiatique).

Une heure après l'accident, le malade éprouve des douleurs très fortes dans toute la jambe. Ces douleurs étaient très prononcées dans les orteils et surtout dans le gros orteil. La sensibilité était en même temps très affaiblie. En piquant le pied en différents endroits avec une épingle, le

1. Follin, *Traité de pathol. externe*, t. II, p. 227.

malade ne sentait pas la piqûre. On le chloroforma et l'on remit la luxation douze heures après l'accident.

La luxation remise, le malade n'éprouve plus de douleurs, mais seulement de l'engourdissement; il ne peut se lever ni marcher.

Six jours après son entrée à l'hôpital, il est pris d'un érysipèle de la face. Cet érysipèle débute par le côté gauche, il s'étend au cuir chevelu et reste limité au côté gauche. Les cheveux ne sont tombés que de ce seul côté.

L'érysipèle dure une huitaine de jours; dès qu'il est en voie de guérison, le malade éprouve dans toute la jambe des douleurs très fortes, et qui sont tellement violentes qu'elles l'empêchent de dormir. Il reste, dans cet état, un mois à l'hôpital de Meaux, quitte l'hospice après ce laps de temps, et garde le lit pendant un mois chez lui. Il suit, pendant ces deux mois, différents traitements, dont les principaux consistent en bains de vapeur, en fumigations, en frictions avec l'alcool camphré, et enfin en applications de plaques gavalniques. Il entre après cette époque, à l'hôpital Lariboisière (service de M. Hérard), ne pouvant toujours pas marcher, mais se plaignant surtout de douleurs violentes qu'il éprouve dans la jambe. On lui fait successivement des injections sous-cutanées avec une solution d'hydrate de morphine et des pulvérisations d'éther sur le mollet. Ce dernier traitement calme le malade momentanément, mais les douleurs reviennent souvent plus fortes après, et la jambe ne peut plus être réchauffée pendant toute la journée.

Ces douleurs cependant finissent par diminuer un peu, et le malade, au bout de vingt jours, est transporté dans le service de chirurgie de M. Verneuil. Il y reste pendant deux mois et demi, et est traité par la noix vomique à l'intérieur et des applications de courants induits sur les muscles atrophiés. Malgré ce traitement, l'état ne parvient point à s'améliorer et l'atrophie musculaire surtout continue à faire des progrès.

C'est alors, c'est-à-dire cinq mois après l'accident, que M. Verneuil nous pria d'essayer l'emploi des courants continus. A ce moment, l'état du malade était le suivant : la jambe gauche était considérablement amaigrie; elle était, au toucher, sensiblement plus froide que la jambe droite; il y avait en même temps dans le pied un peu d'œdème qui était surtout prononcé autour de l'articulation tibio-tarsienne.

Le malade pouvait plier la jambe et la soulever; mais ces mouvements étaient très faibles, la flexion surtout était facile à empêcher avec une légère résistance. Il ne pouvait plus soulever le pied, ni étendre les orteils; la flexion des orteils pouvait encore avoir lieu, mais elle était très limitée.

La sensibilité était en grande partie abolie tant au toucher qu'aux changements de température, mais la pression était douloureuse. Le malade souffrait beaucoup de sa jambe, et ne pouvait s'y appuyer à cause des douleurs que cela lui occasionnait. Il ne pouvait pas marcher et faisait à peine deux ou trois pas en s'appuyant sur des béquilles.

La contractilité électro-musculaire était très affaiblie dans tous les muscles fléchisseurs de la jambe; elle était un peu mieux conservée dans

les muscles extenseurs, surtout dans le droit antérieur. — Les muscles du mollet se contractaient très faiblement sous l'influence des courants induits, mieux sous l'influence des courants continus.

La contractilité électro-musculaire des muscles péroniers, du jambier antérieur et de l'extenseur commun des orteils existait encore il y a six semaines, elle a disparu peu à peu, depuis cette époque. C'est M. Laurent, interne du service, qui nous a donné ce renseignement. Ces muscles se contractent légèrement sous l'influence des courants continus.

Tous ces muscles étaient morts et atrophiés; la sensibilité de la peau, sous l'influence des différents courants électriques, était beaucoup diminuée.

Nous fîmes passer chaque fois pendant vingt-cinq à trente minutes un courant descendant sur la jambe malade.

Nous mettions le pôle positif sur la partie lombaire de la moelle et le pôle négatif, pendant une partie de la séance, était promené sur les muscles, et en même temps nous faisions quelques interruptions. Au commencement et à la fin de la séance, nous maintenions le pôle négatif immobile dans le creux poplité; ou bien nous le placions dans un vase d'eau dans lequel nous faisions plonger le pied.

Au bout de dix séances, l'œdème de la partie inférieure de la jambe avait presque disparu; les douleurs que ressentait presque constamment le malade avaient été dissipées; les nuits étaient bonnes; le malade pouvait facilement se tenir et marchait sans grande fatigue, mais en se servant toujours de béquilles.

Au bout de vingt séances d'électrisation, l'œdème avait complètement disparu; plus de douleurs, ni dans le lit, ni en s'appuyant sur la jambe. — Les fourmillements qui, après les premières séances avaient reparus, n'existaient plus. — La contractilité électro-musculaire n'était pas beaucoup augmentée, et les courants induits ne déterminaient toujours aucune contraction sur les muscles extenseurs du pied, et de très faibles sur la plupart des muscles du mollet. Mais les muscles de la cuisse et du mollet avaient augmenté de volume, et surtout étaient devenus plus fermes et se contractaient avec force par la volonté. Le malade pouvait soulever légèrement le pied, ce qui lui était impossible avant le traitement; *donc les muscles, extenseurs des orteils, jambier antérieur, péroniers, qui ne se contractaient pas il y a un mois, ni sous l'influence de la volonté, ni sous celle des courants induits, mais qui se contractaient légèrement par les courants continus, se contractent maintenant sous l'influence de la volonté, mais pas encore sous celle des courants induits. Les courants continus seuls produisent la contraction de ces muscles.*

Le malade peut maintenant marcher sans béquilles, et même sans canne. Nous le prions de retourner à l'hôpital Lariboisière, où MM. les docteurs Verneuil et Hérard, et leurs élèves constatent la grande amélioration que le malade a éprouvée depuis que nous avons commencé le traitement. Le malade fait sans canne un chemin assez long et peut monter les escaliers.

Après la vingt-septième séance, l'état s'est encore beaucoup amélioré; la

marche est facile, et les muscles sont, la plupart, revenus à leur état normal. Les muscles de la cuisse sont encore un peu atrophiés, mais ils sont en voie de guérison, et leurs contractions sont énergiques. Les muscles antérieurs de la jambe sont toujours les plus atteints, et leur contraction est toujours faible. — Cependant les courants induits commencent à y déterminer de légères contractions.

Le traitement consiste toujours à appliquer la pôle positif sur la partie inférieure de la moelle et à placer le pôle négatif sur les nerfs de la jambe. — Toujours au commencement et à la fin de chaque séance nous maintenons le courant sans interruption, et ce n'est que pendant quelque temps que nous promenons, en faisant de légères intermittences, le pôle négatif sur les muscles atrophiés.

Le malade ne put rester à Paris jusqu'à sa guérison complète, et il retourna dans son pays ; à cette époque, il pouvait marcher et n'avait plus que des atrophies simples, en voie de guérison.

Les paralysies atrophiques du membre supérieur, consécutives à une luxation scapulo-humérale, ont été observées par plusieurs médecins. Nous en avons observé un cas très curieux, car il était accompagné de fêlure de l'omoplate, et tous les muscles de la région furent complètement atrophiés, principalement le deltoïde et le muscle sous-épineux. Il fallut plusieurs mois pour en obtenir la guérison complète.

Duchenne cite un cas très remarquable de paralysie atrophique, suite de luxation scapulo-humérale [1], et sur lequel nous aurons l'occasion de revenir. Malgaigne et Empis ont étudié ce sujet d'une manière très étendue, surtout au point de vue étiologique. Malgaigne, n'ayant jamais pu, sur le cadavre, produire la déchirure des nerfs du plexus brachial, quelque traction qu'il eût exercée sur le membre supérieur, avait attribué cette paralysie à une *commotion* du plexus. Il est certain que cette dernière cause peut à elle seule produire une paralysie dans beaucoup de cas, et il suffit de jeter un coup d'œil sur la disposition

1. *Loc. cit.*, p. 179.

anatomique du plexus, pour se rendre compte de la facilité avec laquelle la tête de l'humérus, dès qu'elle se tient levée, vient appuyer sur le plexus brachial (fig. 122). Néanmoins dans la plupart des observations de ce genre, et surtout dans celle que nous allons relater, nous croyons qu'il y a eu plus qu'une commotion et que les nerfs ont été comprimés pendant tout le temps de la luxation et même contus et déchirés.

D'ailleurs, s'il est vrai que la luxation faite sur les cadavres peut difficilement amener la déchirure du plexus brachial, il existe cependant quelques faits dans lesquels on a constaté cette déchirure à la suite de luxation.

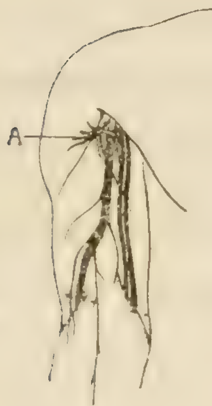


Fig. 122.

Empis, dans sa thèse[1], cite Flaubert qui a démontré que des efforts violents peuvent amener la rupture de la déchirure des nerfs du plexus brachial. Un cas de ce genre, dans lequel il y eut simultanément paralysie du membre supérieur et du membre inférieur du même côté, a été suivi d'autopsie. On trouva : « Vers les muscles scalènes, les extrémités rompues des nerfs; ces nerfs avaient été rompus ou plutôt arrachés à leur implantation sur la moelle; celle-ci, à ce niveau, est plus grosse que dans l'état normal et présente un ramollissement tel qu'elle n'offre plus que la consistance d'une bouillie brun rougeâtre, où la substance grise semble confondue avec la blanche. »

Le cas que nous rapportons plus loin a été observé dans le service de M. Trélat, et la première partie de l'observation nous a été donnée par M. Championnière, alors interne du service.

1. *Sur la paralysie du membre supérieur à la suite de luxation du bras.*

Blin Auguste, ouvrier carreleur, âgé de cinquante-sept ans, est entré à la Pitié, salle Saint-Gabriel, le 3 novembre 1869. Le 2 novembre, il s'était luxé l'épaule droite dans une chute.

La luxation est réduite le 4 novembre. La luxation était sous-coracoïdienne; elle fut réduite avec une grande facilité, en exerçant des tractions continues et modérées sur le membre placé horizontalement. Pas de chloroforme. Aucune traction douloureuse.

Une écharpe fut mise et le malade dut rester ainsi six jours sans faire aucun mouvement.

Le sixième jour l'écharpe fut enlevée, et l'on fut fort surpris de constater que le malade ne pouvait faire agir son membre supérieur.

Presque tous les muscles de l'avant-bras étaient paralysés; les fléchisseurs seuls donnent quelques mouvements excessivement légers.

Les muscles du bras (biceps et triceps) étaient également paralysés, ainsi que le deltoïde. Cependant le malade pouvait y déterminer de faibles contractions.

Pendant quelques jours on donne des douches, on fait des massages et des frictions sans obtenir la moindre amélioration. Au contraire, le biceps, qui avait encore quelque puissance, la perdait peu à peu. L'électricité sous forme de courants induits fut régulièrement employée sans aucun bénéfice. La sensibilité se perdait progressivement dans la région interne de l'avant-bras, dans le petit doigt et dans l'annulaire.

Sous l'influence des courants induits, on obtient quelques légers mouvements dans les fléchisseurs des doigts; il en revient également de très faibles dans le triceps et dans le biceps; mais peu à peu l'état du membre s'aggrava en ce sens que la main et l'avant-bras devinrent le siège d'un gonflement œdémateux.

Tel était l'état du malade lorsque nous le vîmes, et que M. Trélat voulut bien nous en confier le traitement (22 décembre 1869).

Lorsque nous le vîmes, il y avait une paralysie complète de tout le bras droit. — Les muscles de l'épaule seuls avaient gardé leurs mouvements et n'avaient pas subi d'atrophie.

Le deltoïde avait diminué de volume, ainsi que le triceps et le biceps. Cependant on pouvait encore distinguer les formes et les contours de ces muscles. Quant aux muscles de l'avant-bras et de la main, il était impossible d'en distinguer les formes. Ils formaient une masse commune, molle et sans relief. — Les muscles extenseurs surtout étaient atrophiés d'une manière considérable, et la main présentait un œdème tellement prononcé qu'on pouvait y déterminer des creux très profonds en pressant en un point quelconque. On n'y distinguait le trajet d'aucune veine; la main était violacée et très froide au toucher. La peau était lisse et brillante. Le malade y ressentait constamment une sensation de froid, mais il n'accusait aucune douleur. Il existait, de plus, de l'arthrite dans presque toutes les articulations.

Tous les mouvements volontaires étaient abolis. La contractilité électro-

musculaire existait seulement, et très faible dans le deltoïde, dans le biceps et dans le fléchisseur commun des doigts. — Ni les courants continus ni ceux fournis par des appareils électro-magnétiques ne déterminaient de contraction dans tous les autres muscles.

La main était froide au toucher. Le malade n'y ressentait pas souvent l'impression du froid et accusait plutôt, par moment, une sensation de chaleur brûlante qui survenait comme par bouffées. La peau est lisse et luisante.

La sensibilité était presque complètement abolie dans le petit doigt et l'annulaire ; elle était très émoussée dans les autres doigts et dans la main. Elle paraissait normale à l'avant-bras.

Nous commençâmes le traitement par les courants électriques le 22 décembre en ne faisant, les quatre premiers mois, que trois séances par semaine. Le pôle positif était d'abord placé sur les vertèbres cervicales et le pôle négatif sous l'aisselle, près du plexus brachial ; après quatre ou cinq minutes de ce mode d'électrisation, on mettait le pôle positif sous l'aisselle et l'on promenait le pôle négatif sur le bras et l'avant-bras, en le laissant immobile quelque temps aux places où les nerfs sont plus superficiels.

La contractilité électro-musculaire des muscles du bras revient un peu; mais elle est bien plus marquée par les courants continus que par les courants induits. Elle est excessivement faible pour ceux-ci. A la fin du mois de janvier, tous les muscles du bras peuvent très bien se contracter sous l'influence de la volonté ; mais pour les courants continus, comme pour les courants induits, il faut employer un courant très énergique pour produire des contractions. Pour les courants induits, la contraction est toujours superficielle et localisée dans les fibres musculaires en contact direct avec les rhéophores. Pour les courants continus, on n'obtient des contractions qu'en agissant sur les nerfs, surtout en plaçant un des pôles sur les vertèbres cervicales et l'autre sur le plexus brachial.

Le malade ressent à cette même époque une démangeaison très forte sur la peau de l'avant-bras. Les applications électriques y étaient bien plus sensibles que sur les autres parties du bras ou que sur le bras sain. Cette exaltation de la sensibilité était aussi forte pour les courants induits que pour les courants continus. Malgré cela, on continue le traitement ; mais en n'employant plus que les courants continus, et en faisant fort peu d'interruptions.

C'est également à cette époque que nous remarquons que les muscles du bras, qui ne se contractaient pas sous l'influence des courants induits ni de la volonté, commençaient à se contracter un peu par des courants continus très intenses. Les fléchisseurs des doigts se contractaient par la volonté et par les différents courants : mais les radiaux et le cubital antérieur *ne se contractaient que sous l'influence des courants continus.*

Le cubital postérieur et l'extenseur commun des doigts restent *complètement inactifs sous l'influence de la volonté et par des courants induits*

excessivement énergiques. Ils se contractent au contraire, mais très faiblement sous l'influence de forts courants continus; la contraction, en même temps, est un peu plus lente que sur des muscles sains.

Au moyen du harpon de M. Duchenne, nous extrayons une petite portion de muscle que nous examinons au microscope. La plupart des fibres ont subi la dégénérescence granulo-graisseuse ; on n'y distingue plus les stries, et le contenu est trouble et granuleux. Quelques fibres, cependant, n'ont pas encore subi une altération aussi prononcée, et l'on y observe, quoique moins distinctement qu'à l'état normal, les tries transversales. Nous pouvons donc conclure de cet examen histologique que lorsque les fibres musculaires commencent à subir la dégénérescence granulo-graisseuse, elles ne se contractent plus sous l'influence des courants induits, mais qu'elles se contractent encore, quoique très faiblement, sous l'influence des courants continus. Au bout de douze nouvelles séances, les muscles du bras ont complètement repris leur volume et leur force; ils sont aussi gros, aussi fermes que du côté opposé. — Le malade peut lever le bras et fléchir complètement l'avant-bras sur le bras. Les fléchisseurs des doigts, les radiaux, le cubital antérieur, se contractent sous l'influence de la volonté et par l'électrisation avec des courants induits et des courants continus.

Le malade peut légèrement soulever le poignet, et les courants induits amènent une contraction des extenseurs qui ne peut être aperçue que par un mouvement très peu prononcé du poignet. Le soulèvement du poignet est bien plus faible par les courants induits que par la volonté; les courants continus, au contraire, agissent plus énergiquement que la volonté.

La main est toujours œdématiée, mais beaucoup moins que précédemment. Ni la volonté ni les courants induits ne peuvent y déterminer d'autres mouvements que ceux de flexion des doigts; le pouce est complètement inerte. Les muscles de l'éminence thénar et hypothénar sont tout à fait inactifs. Un courant continu très fort peut seul y déterminer de faibles contractions musculaires.

Au commencement du mois d'avril, les muscles de l'avant-bras ont pris, la plupart, leur volume normal. Les fléchisseurs, excepté ceux du pouce, se contractent bien, et le malade peut saisir des objets. Le poignet se soulève de manière à former un plan horizontal avec l'avant-bras. — Les extenseurs des doigts sont toujours plus arriérés.

La main n'est presque plus œdématiée; les veines du dos commencent à bien apparaître, et la sensibilité est revenue dans tous les doigts. Les muscles de la main sont atrophiés, mous, sans contraction volontaire. Les courants induits n'y déterminent aucune contraction; mais les courants continus y provoquent des contractions bien manifestes. Le malade se plaint de démangeaison sur le dos de la main, qui ressemblent à celles qu'il éprouvait autrefois sur l'avant-bras.

Cette observation est instructive sous plusieurs rapports.

Elle nous montre d'abord que lorsque le plexus est contus, il survient très rapidement une paralysie de tout le membre, avec atrophie granulo-graisseuse des muscles, perte de la contractilité électro-musculaire, et diverses altérations de nutrition.

Ces différents phénomènes pathologiques ressemblent beaucoup à ceux qui surviennent à la suite d'une contusion ou d'une maladie aiguë de la moelle. Ils diffèrent au contraire de ceux qui suivent la section d'un nerf exclusivement moteur. Nous ne faisons qu'indiquer ici ces particularités, car nous les examinerons plus longuement dans l'étude des atrophies musculaires.

La guérison procède peu à peu des centres à la périphérie. Ce sont d'abord les muscles du bras, puis ceux de l'avant-bras, puis enfin ceux de la main qui reprennent leur volume et leur fonctionnement.

Ce sont les muscles extenseurs qui, dès le commencement, sont le plus gravement atteints et qui également reviennent à l'état normal le plus lentement.

La contractilité électro-musculaire pour les courants induits ne revient que quelque temps après que les contractions volontaires ont reparu. Elle est toujours très faible, et même pour les muscles complètement guéris, elle est beaucoup plus faible que pour les muscles qui sont restés sains.

La contractilité électro-musculaire pour les courants continus précède toujours les contractions volontaires et celles par les courants induits.

La contractilité par les courants continus, au lieu d'être augmentée, comme dans les cas de paralysies traumatiques qui n'endommagent que les seuls nerfs moteurs, est toujours très faible et n'a lieu qu'avec des courants très forts.

Au moment où réapparaît la contractilité pour les cou-

rants continus, c'est-à-dire quelque temps avant le rétablissement des mouvements volontaires, il y a une hyperesthésie de la peau et une hyperesthésie musculaire pour les courants électriques. Nous avons d'ailleurs presque toujours observé ces phénomènes, et souvent même nous avons dû suspendre le traitement pendant près d'une semaine, au moment où cette hyperesthésie apparaît. Dans quelques cas de paralysie traumatique, nous avons eu ainsi jusqu'à quatre et cinq périodes d'hyperesthésie avant la guérison complète. Nous nous rappelons sous ce rapport un malade qui, à la suite d'une chute, a eu le nerf sciatique et le nerf crural contus, et consécutivement une atrophie très marquée de tous les muscles du membre. En même temps il existait de l'anesthésie cutanée et de l'insensibilité musculaire. Au bout de deux mois de traitement et alors que la guérison était presque complète, il est survenu une hyperesthésie telle, et une si grande excitabilité musculaire qu'il a fallu suspendre momentanément tout traitement électrique. Le malade qui supportait très bien un courant de 45 à 50 volts, ne pouvait plus endurer un courant de 20 à 25 volts.

Ces faits ont été signalés par Duchenne, et dans le cas qu'il rapporte (Obs. VII, p. 179) il insiste sur une exaltation de la sensibilité qui nécessita une suspension de traitement pendant quelques jours, durant lesquels le malade prit des bains émollients locaux. Duchenne conclut d'ailleurs que « l'hyperesthésie musculaire qui se développe sous l'influence de la faradisation dans un membre paralysé par lésion traumatique de ses nerfs, est un signe favorable ».

Dans notre observation, nous avons fort peu employé les courants induits, et pour l'hyperesthésie qui s'est développée sur le dos de la main, on ne peut en aucune façon accuser

les courants électriques. Cette hyperesthésie doit donc tenir à d'autres causes qu'à la faradisation. Ce que nous avons surtout observé chez notre malade, ce sont des démangeaisons à la peau, et un peu d'exaltation de la sensibilité. Lorsqu'on comprime un nerf à l'état normal, il apparait d'abord de l'hyperesthésie, puis seulement de la paralysie; de même peut-être lorsque les nerfs reprennent leurs fonctions, ils semblent passer par les mêmes phases, mais en sens inverse. Bastien et Philippeaux ont observé qu'en comprimant un nerf il y avait, au début, des fourmillements, des espèces de fausses crampes, puis arrive un stade d'hyperesthésie. La sensibilité du tact, du chatouillement, de la température s'exalte, il en est de même des autres modes de la sensibilité cutanée. Enfin, dans un dernier stade, l'hyperesthésie disparaît et est remplacée par l'anesthésie et la paralysie musculaires.

L'hyperesthésie survenant dans une paralysie est donc un signe favorable et qui annonce la guérison, ou au moins une amélioration. Réciproquement, on peut également admettre, lorsque l'état antérieur était normal, que *l'hyperesthésie est un signe de paralysie prochaine ou d'un commencement d'altération des nerfs.*

Et en effet, dans beaucoup de paralysies, on voit l'hyperesthésie précéder la perte de mouvements et de sensibilité.

C'est surtout chez les hystériques que l'on voit souvent d'un moment à l'autre l'hyperesthésie être suivie d'une paralysie des nerfs moteurs et d'une anesthésie complète. C'est donc là un symptôme important pour le pronostic, aussi bien quand les nerfs passent de l'état normal à un état pathologique, que lorsqu'ils recouvrent leur excitabilité et leurs fonctions.

Paralysies rhumatismales des nerfs périphériques.

Le froid est une des principales causes des paralysies des nerfs périphériques. Tous les nerfs peuvent être affectés, mais ceux qui le sont le plus souvent sont le facial, le radial et le tibial antérieur. En ne tenant pas compte ici de la paralysie du nerf facial sur laquelle nous aurons à revenir plus longuement, nous pouvons dire et donner comme une loi générale que *dans les paralysies qui surviennent à la suite d'une exposition au froid ou à des courants d'air, ce sont toujours des nerfs qui se rendent à des muscles extenseurs qui sont atteints.*

Cette loi existe presque pour tous les cas de paralysie périphérique, et lorsqu'un plexus entier est paralysé ou que tous les muscles d'un membre sont atrophiés, *ce sont toujours les muscles extenseurs qui sont paralysés les premiers*, ce sont ceux dont l'atrophie est la plus prompte et la plus complète, et qui en même temps guérissent le plus lentement et le plus difficilement.

Il est évident que nous considérons comme extenseurs les muscles de la jambe qui correspondent aux extenseurs des bras; ainsi, le triceps crural et surtout le droit antérieur sont dans ce cas des muscles extenseurs, ainsi que les muscles péroniers et le jambier antérieur.

Il est difficile de donner une raison de cette prédominance de la paralysie des muscles extenseurs. Pour les paralysies rhumatismales, on peut croire à la rigueur que leur exposition plus superficielle les rend plus facile à être impressionnés par le froid. Mais cette cause anatomique n'a plus de raison d'être dans le cas d'empoisonnement géné-

ral, dans les lésions de la moelle ou des plexus. Quoi qu'il en soit, le fait existe et nous aurons l'occasion d'y revenir dans l'étude des atrophies musculaires.

Paralysies du nerf radial. — Ingouf, trente-deux ans, ouvrier chaudronnier, s'est aperçu le matin en se réveillant qu'il ne pouvait plus relever la main gauche et éprouve en même temps un peu de fourmillement dans le pouce et le doigt indicateur. Il avait dormi le bras découvert et la fenêtre entr'ouverte. Dix jours après le début de la maladie, il vint nous trouver. Le cubital postérieur, l'extenseur propre du petit doigt, l'extenseur commun des doigts, le long abducteur du pouce, et l'extenseur de l'index sont complètement paralysés. La contractilité électro-musculaire est conservée pour les courants induits et pour les courants continus.

Les muscles fléchisseurs se contractent tous sous l'influence de la volonté; mais malgré cela le malade ne peut fléchir les doigts qu'avec une certaine difficulté, et sans grande force. Il ne peut pas soulever un objet un peu lourd en le retenant par la flexion des doigts.

Au bout de huit séances d'électrisation par les courants continus, la guérison est complète.

— M. Bouillet, employé à l'octroi de Paris, sans aucune maladie antérieure, est pris subitement, au mois de novembre, vers onze heures du matin, d'une paralysie complète des extenseurs des doigts de la main droite. Le matin, en se levant, tous les mouvements se faisaient très bien et il ne sentait aucun fourmillement dans le bras. Vers neuf heures, il éprouve un refroidissement assez fort, et conserve quelque temps l'impression de froid. A onze heures, sans ressentir aucune douleur, il s'aperçoit qu'il ne peut plus se servir de sa main droite. Il peut encore la fermer, mais avec difficulté et sans grande force; il lui est impossible de relever la main et les doigts.

Il vint nous trouver trois jours après le début de la maladie et nous constatons tous les symptômes de la paralysie de la branche musculaire du nerf radial. La contractilité électro-musculaire était conservée pour les courants induits et pour les courants continus. Le traitement consiste dans l'application des courants continus en mettant le pôle positif sur le plexus brachial et le pôle négatif sur le nerf radial, à la partie antérieure, dans l'espace qu'il occupe entre le brachial antérieur et le long supinateur. Les interruptions du courant étaient rares et chaque séance durait à peu près dix minutes.

Après la troisième séance, le malade pouvait mieux fermer la main et serrer fortement; il relevait facilement le poignet, mais les doigts restaient toujours abaissés. Au bout de six séances, tous les mouvements volontaires étaient revenus.

Dans les paralysies de toute la branche musculaire du nerf radial, il est rare d'obtenir une guérison aussi rapide que dans ces deux cas, surtout lorsque la paralysie est complète. Cependant, lorsque la paralysie rhumatismale est limitée à deux ou trois muscles, la guérison peut encore être plus rapide. Dans l'observation suivante, au bout de deux séances d'électrisation, le malade fut complètement guéri.

Lebris, trente-trois ans, ouvrier terrassier, se réveille un matin, sans pouvoir remuer le pouce et l'indicateur de la main droite. Il s'était couché la veille après avoir travaillé toute la journée, sans rien éprouver de particulier et tout à fait bien portant. La paralysie a eu lieu sans cause bien connue, pendant la nuit. En même temps qu'il ne peut mouvoir le pouce et l'indicateur, il y ressent un fourmillement très intense. Ce fourmillement existe également dans le médius, mais il peut relever et fléchir ce doigt sans aucune difficulté. Le lendemain du début de cette paralysie partielle, nous fîmes la première application électrique. Nous appliquions le pôle positif sur le plexus brachial, et nous promenions le pôle négatif sur les muscles extenseurs du pouce et de l'indicateur. Après la seconde séance, qui eut lieu quatre jours après le début de la maladie, les mouvements revinrent dans les deux doigts et les fourmillements disparurent complètement.

Les trois observations que nous venons de citer sont les seules où nous ayons commencé le traitement presque aussitôt après le début de la maladie, et certainement il est difficile d'espérer par d'autres moyens une amélioration aussi prompte.

Nous pouvons citer à côté de ces faits quelques autres où la paralysie périphérique durait depuis bien plus longtemps, et dont la guérison complète ne fut obtenue que par l'emploi des courants continus.

Worans, ouvrier ajusteur, âgé de vingt-neuf ans, s'aperçoit en se réveillant qu'il ne peut plus relever la main droite ni les doigts de cette main. On lui prescrit d'abord des frictions avec de l'essence de térébenthine, et des vésicatoires volants. Après trois semaines, ne voyant aucune amélioration, il entre à l'Hôtel-Dieu où il reste un mois et demi. On l'élec-

trise tous les jours avec des courants induits, et il sort de l'hôpital ne pouvant encore ni relever les doigts ni le pouce, mais pouvant relever la main. Au bout d'une semaine (trois séances) de traitement avec les courants continus, il peut faire contracter les extenseurs des doigts et reprendre son travail.

Paralysie du tibial antérieur. — Humbert, glaisier, après avoir travaillé dans la terre humide, aperçoit qu'il ne peut plus relever le pied droit ni les orteils. Il ressent en même temps une légère douleur dans le pied, et accuse une sensation de froid. — Il fait d'abord des frictions, puis entre à l'hôpital, où il est électrisé tous les jours avec des courants induits. Après six semaines, il relève un peu le pied, mais très faiblement et ne peut relever les orteils. Quand nous l'examinons, nous remarquons que la contractilité électro-musculaire est peut-être un peu affaiblie pour les courants induits, mais elle est plutôt exagérée pour les courants continus. On fait en même temps des applications de courants induits et de courants continus, et la guérison fait de suite des progrès très rapides.

Paralysie rhumatismale de plusieurs muscles du bras. — Prosper Denis, âgé de quarante-deux ans, se réveille un matin et s'aperçoit, en voulant mettre sa chemise, qu'il ne peut plus lever le bras. Il avait couché toute la nuit la fenêtre ouverte. Il entre quelque temps après à l'hôpital Lariboisière, dans le service de M. Verneuil. Malgré l'application de courants induits, il y avait, quand nous le vîmes, un commencement d'atrophie musculaire et de diminution de contractilité dans le deltoïde, le triceps et les extenseurs des doigts. Le biceps et les fléchisseurs se contractaient sous l'influence de la volonté, mais leur action était fort peu puissante. Le traitement qui fut d'abord employé fut l'électrisation par les courants induits, puis nous essayâmes d'employer simultanément ces derniers courants et les courants continus. L'amélioration fut assez lente, car il fallut deux mois pour faire revenir la plupart des mouvements.

— Cormière, âgé de quarante-neuf ans, maçon. Après avoir travaillé dans les égouts toute la journée, il a ressenti tout d'un coup des crampes dans les doigts de la main gauche, principalement dans le pouce, et s'aperçut en même temps qu'il ne pouvait plus lever le bras. Il entre à l'hôpital Lariboisière, dans le service de M. Verneuil, où il est traité par des douches froides et l'emploi de courants induits. Lorsque nous le vîmes un mois après le début de sa maladie, il y avait déjà une notable atrophie du deltoïde et des muscles de la face postérieure de l'avant-bras. Les muscles fléchisseurs sont en meilleur état, mais leurs mouvements sont très limités et ils ne peuvent agir que très faiblement. Il existe des fourmillements au bout des doigts, et un peu d'arthrite dans l'articulation de l'épaule, car on ne peut soulever le bras qu'à moitié, et l'on détermine alors des douleurs assez vives dans l'articulation.

La contractilité électro-musculaire est affaiblie pour les courants induits, surtout pour le deltoïde; elle est un peu augmentée pour les courants continus.

Le malade peut à peine fléchir les doigts et plus légèrement le bras. Après sept séances d'électrisation par les courants continus, il peut porter la fourchette à la bouche, mais il ne peut encore lever que très faiblement le bras. Il fallut une vingtaine de séances pour que le malade pût exécuter facilement les mouvements. Les muscles n'avaient pas encore pris complètement leur volume normal, mais le malade put reprendre son travail à partir de cette époque.

Dans toutes les observations que nous venons de citer, le froid ou les courants d'air ont été la cause de la paralysie ; dans un seul cas cité par Benedick, on trouve une paralysie du nerf radial, due à l'action trop forte de la chaleur. Cette paralysie *a calore* survint à la suite d'une brûlure par le fer rouge dans le voisinage du nerf radial, sans que le nerf lui-même ait été affecté soit primitivement soit par la cicatrisation.

Quoique la paralysie n'existe en général que pour un seul nerf, il arrive la plupart du temps que les autres nerfs voisins semblent en même temps plus ou moins affaiblis, ou du moins que les muscles innervés par ces nerfs ont perdu de leur force contractile. C'est ainsi que dans la paralysie du nerf radial, les muscles fléchisseurs se contractent également plus faiblement. On peut admettre que la cause qui a déterminé la paralysie complète du nerf radial a également agi, mais moins énergiquement, sur les nerfs médian et cubital. C'est, dans tous les cas, un fait curieux à noter et qui montre bien que les mouvements d'un membre dépendent non seulement de l'action isolée de tel ou tel muscle, mais qu'ils sont toujours le résultat d'une synergie d'actions musculaires. Duchenne a souvent appelé l'attention sur ce point, et nous sommes heureux de lui rendre cette justice qu'il a observé avec beaucoup d'exactitude et un talent remarquable tous les phénomènes qui se rapportent aux mouvements physiologiques des muscles et aux conséquences

dynamiques qui résultent de la paralysie d'un muscle isolé ou d'un groupe de muscles. Son nom restera attaché à cette étude, car il a fait faire à cette partie de la science tellement de progrès qu'il semble l'avoir complétée dans tous ses détails et en avoir établi les lois définitives.

Traitement. — Le principe fondamental de toute thérapeutique est d'agir sur le siège de la maladie ou sur les tissus primitivement atteints. Il est donc important dans tout traitement électrique, de tenir compte d'abord du siège de la maladie et en second lieu des agents qui ont le plus d'influence sur les tissus affectés. Or, dans les paralysies rhumatismales que nous venons de passer en revue, la cause de la maladie est la perte de conductibilité du nerf moteur; le siège de l'affection est donc uniquement dans le nerf moteur. Sous l'influence du froid, une portion du nerf moteur, soit par le trouble de la circulation, soit par une modification quelconque, a perdu sa faculté conductrice de l'influx nerveux. Logiquement, le traitement doit donc consister à rétablir la conductibilité du nerf en ce point.

Si la cause est due à un trouble de la circulation, et si les phénomènes vasculaires peuvent facilement être rétablis, tout agent qui exerce une action directe sur la circulation peut amener la guérison. C'est ainsi que des vésicatoires, des douches, des frictions, etc., peuvent obtenir dans ces cas légers des résultats avantageux.

Si les troubles vasculaires sont plus grands, et si l'excitabilité d'une portion du nerf est complètement abolie, les agents révulsifs ordinaires restent inefficaces, et alors il n'est pas de traitement qui soit aussi indiqué que celui par les courants électriques.

Quels sont donc dans ces cas les courants qu'il est préférable d'employer?

Pour les médecins qui n'ont sous la main que des courants induits, ils devront toujours les employer le plus tôt possible et sans crainte d'amener un effet nuisible. Les courants induits dans ces affections ont une action thérapeutique incontestable et peuvent sans inconvénient être employés même quand il n'y a encore aucune atrophie musculaire. Ils empêchent ainsi l'atrophie et amènent par leur action sur la contraction musculaire et par leur excitation des nerfs cutanés une augmentation de la circulation.

Mais il est toujours préférable, comme le prouvent quelques-unes des observations que nous avons rapportées, d'employer dans les premiers jours les courants continus. En plaçant le pôle positif sur les vertèbres ou sur le plexus, et le pôle négatif sur les parties les plus superficielles du nerf paralysé ou sur les muscles, on fait passer un courant par tout le trajet du nerf; on force ainsi la partie du nerf qui a perdu son excitabilité à transmettre l'excitation électrique, et à fonctionner pour ainsi dire. L'excitation qu'on détermine dans le nerf n'est pas identique, il est vrai, à celle que donne l'influx nerveux, mais elle a beaucoup d'analogie et détermine un ébranlement moléculaire dans toute la fibre nerveuse. Par ce procédé, on agit directement sur le siège de la maladie et c'est toujours là le moyen thérapeutique le plus logique et le plus efficace.

Cette influence des courants continus a, en même temps, l'avantage d'agir puissamment sur la circulation et sur la nutrition générale du membre.

La direction du courant dans ces cas de paralysie rhumatismale, ne nous paraît pas avoir une grande influence, car que le courant soit descendant ou ascendant, on agit toujours sur tout le trajet du nerf, et l'affection étant net-

tement périphérique, l'influence des centres est peu considérable.

D'après les théories anciennes, et en se fondant surtout sur cette expérience de Mariani que le courant ascendant rend aux nerf l'excitabilité perdue ou affaiblie, on pourrait préférer l'emploi du courant ascendant. Mais comme nous l'avons vu dans la partie physiologique, cette expérience est plus compliquée qu'elle ne le paraît au premier abord, parce qu'il intervient dans ce cas des courants de polarisation et des phénomènes réflexes. Elle ne peut pas être prise comme loi exacte à suivre en pratique. Nous croyons même que l'action plus directe et plus énergique des courants descendants sur les nerfs moteurs, et leur influence sur la circulation doivent les faire préférer dans les paralysies des nerfs moteurs.

Lorsqu'il y a de l'atrophie musculaire en même temps que de la paralysie, il est utile d'employer simultanément les courants continus et les courants induits : les courants continus sur le trajet des nerfs, et les courants induits pour l'électrisation localisée des muscles. L'atrophie dans ces cas est toujours simple, et la contractilité électro-musculaire est conservée pour les courants induits, ce qui constitue les meilleures indications pour l'emploi de ces courants. Il faut ajouter cependant que les courants continus avec intermittence pourraient remplacer l'action des courants induits, tandis que ceux-ci ne peuvent jamais déterminer les mêmes effets que les premiers.

Paralysies obstétricales infantiles.

Cette espèce de paralysie est plus commune qu'on ne

croit et nous avons eu l'occasion d'en observer un certain nombre de cas. Les unes proviennent de l'application du forceps, et M. Guéniot a communiqué un cas type de ce genre à la Société de chirurgie[1]. Le premier cas bien observé est dû à Danyau. Huit jours après la naissance, l'enfant ayant succombé, l'autopsie démontra une teinte sanguinolente du nerf facial et du plexus brachial[2]. Depaul, Campbell, Tarnier, Charpentier dans son *Traité d'accouchement*, en ont signalé plusieurs cas, et le docteur Bailly a publié dans les *Archives de Tocologie* (1878) une observation que nous avons complétée au point de vue des troubles nerveux et musculaires survenus dans le membre blessé.

Les accoucheurs ne se sont évidemment préoccupés que des difficultés que rencontre la sortie du tronc et des moyens de rendre les tractions efficaces. Nous n'avons au contraire à ne tenir compte que des complications paralytiques, et les manœuvres obstétricales ne nous intéressent qu'au point de vue étiologique. Sous ce rapport, nous les distinguerons en deux grandes classes, celles qui sont la conséquence de l'application du forceps, et celles qui sont la conséquence de tractions. Les premières, celles qui sont produites par l'application du forceps, portent principalement sur le nerf facial, et sont en général peu graves; elles guérissent facilement et radicalement. Cependant ce pronostic favorable n'est bien exact que pour les parésies qui sont limitées au nerf facial, et il cesse d'être vrai lorsque la paralysie est complète et surtout lorsque des muscles de l'épaule et du bras sont également atteints.

Dans les paralysies qui surviennent à la suite de manœu-

1. Guéniot, *Paralysie du bras chez un nouveau-né extrait par le forceps* (*Bull. de la Société de chirurgie*, 1851).

2. Duchenne, *De l'électrisation localisée*, p. 354, 3e édit.

vres de tractions, dont la principale est d'aller décrocher avec l'indicateur l'aisselle postérieure de l'enfant, et de l'attirer fortement en dehors, il est rare que la paralysie soit bénigne et rapidement guérissable.

Il est probable que dans ces cas, il y a plus qu'une simple compression, mais qu'il y a en même temps déchirure et dans tous les cas élongation des troncs nerveux. Dans toutes ces manœuvres on détermine une paralysie traumatique, mais avec le forceps, il ne peut y avoir qu'une contusion plus ou moins forte, tandis que lorsque la main va dégager le tronc, on exerce des efforts considérables de traction, et c'est dans ces circonstances que nous avons observé les paralysies les plus complètes et les plus rebelles.

Le pronostic dépend naturellement de l'étendue des lésions et celles-ci sont variables. On peut presque dire qu'elles offrent des particularités diverses dans chaque cas, car comme la paralysie est le résultat de la position de l'enfant, et du rapport qui a existé entre les dimensions du bassin et celles du fœtus, il y a forcément une variété très grande de lésions. Nous avons observé depuis la paralysie complète de tout le bras aussi bien pour la mobilité que pour la sensibilité, jusqu'à la paralysie simple d'un seul muscle de l'épaule. Si la mère a le bassin étroit, et si l'enfant a les épaules très larges, ce qui est constant dans ces cas, les tractions ont dû être très violentes, et de plus elles surviennent alors que pendant un temps assez long, il y a eu de la compression du plexus.

L'attitude du bras dépend de l'étendue des lésions, mais on peut presque donner comme attitude caractéristique, l'abaissement du bras appliqué contre le tronc et la rotation du bras en dedans.

Cette rotation (fig. 123) est souvent tellement considéra-

ble que la paume de la main se trouve complètement tournée en dehors et dans une position tellement forcée, qu'il est impossible à un homme sain de mettre le bras dans cette même position.

Nous avons reproduit dans ces figures le bras d'un petit

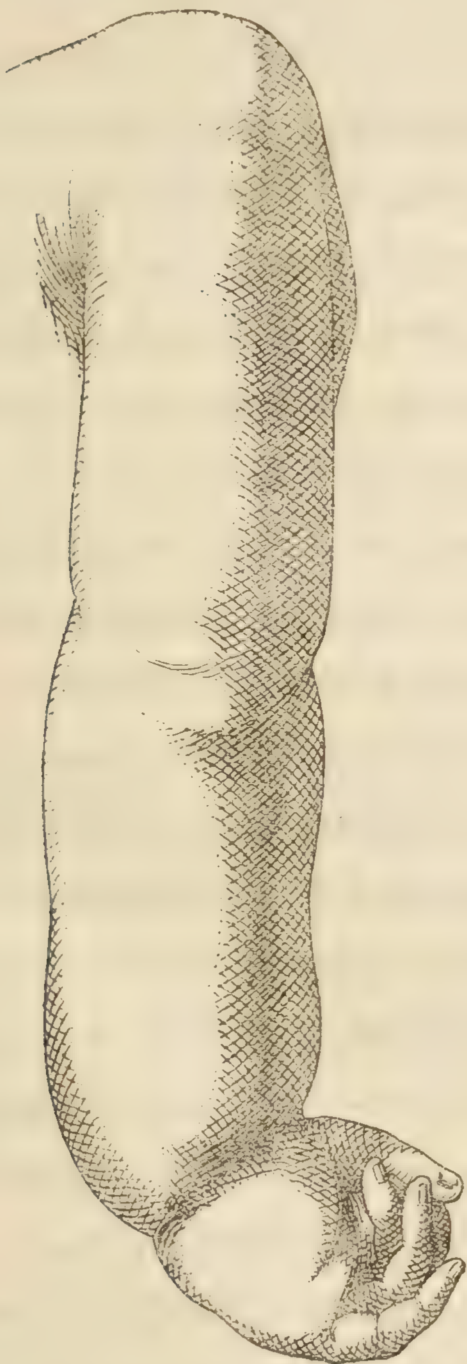


FIG. 123.

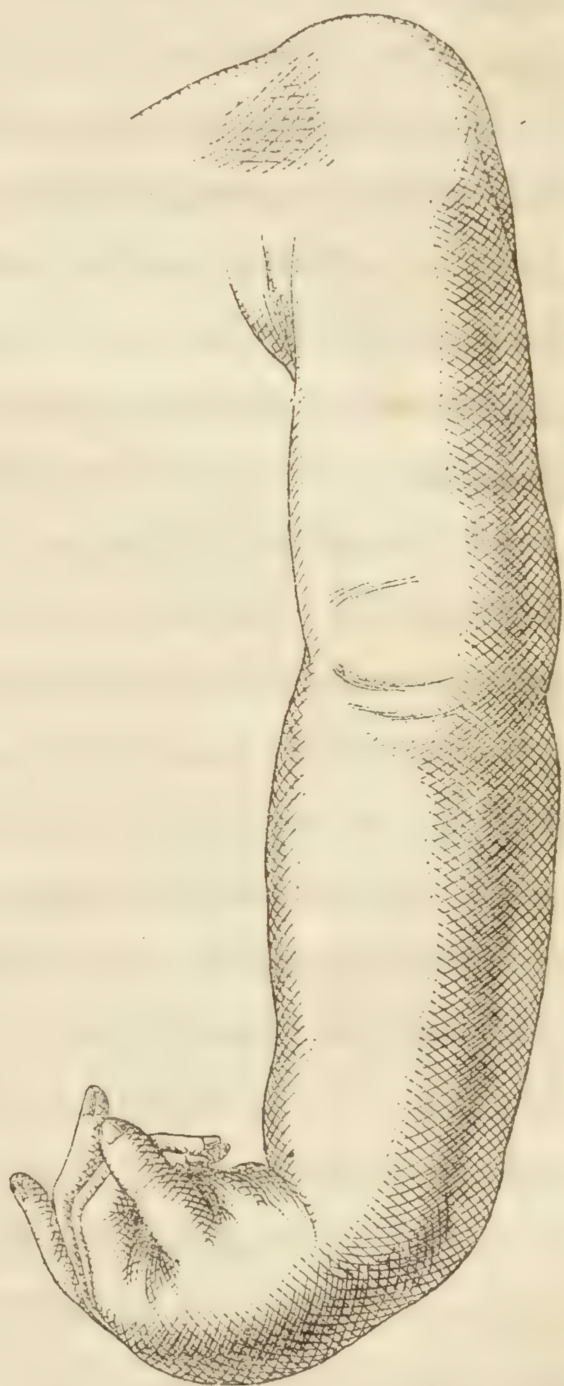


FIG. 124.

garçon qui a eu une paralysie complète de tous les muscles de l'épaule et du bras, et une anesthésie complète de tous les membres. Peu à peu l'anesthésie a disparu en partie, et les muscles fléchisseurs des doigts ont recouvré quelques mouvements ; le bras alors a changé d'attitude et a

pris celle de la figure 124 ou bien de la figure 123. On voit très bien par ces figures, que la main qui était comme tendue (fig. 123) reprend une position plus naturelle (fig. 124); seulement les doigts restent fléchis et la forme du poignet reste arrondie, et sans aucune des saillies qui déterminent le jeu des muscles. Ce cas est d'ailleurs le plus grave de tous ceux que nous avons eu l'occasion d'observer.

Pour terminer ce qui caractérise ces attitudes nous citerons encore celle de la main, qui, à mesure que la paralysie devient moins complète, prend une direction différente. Pour la main, bien plus que pour le bras, où le poids du membre influe, sur la rotation de la tête de l'humérus, les contractures ou du moins *les contracturies* des muscles primitivement paralysés, agissent sur la position. C'est ainsi que nous avons vu une petite fille atteinte d'une paralysie obstétricale du membre, chez laquelle au bout de quatre ans de traitement, la main restait encore fortement attirée en flexion et en dehors (contracture des fléchisseurs et du cubital antérieur); à mesure que l'amélioration s'établissait, la main prenait une position plus normale, s'élevait et était moins attirée vers le cubitus. Cette déviation de la main est quelquefois tellement prononcée, que dans un cas analogue, nous avons dû faire faire un petit appareil orthopédique, qui a été porté pendant deux mois.

L'examen de la contractilité électro-musculaire est dans ces cas de première nécessité, et les indications que l'on obtient ainsi sont les seules qui puissent réellement fixer le pronostic. Nous donnons avec quelques détails une des observations que nous avons prise dès le second jour après la naissance et que nous avons pu suivre pendant plusieurs années.

Le bras droit était appliqué immobile contre le tronc, il

était dans la rotation en dedans, l'avant-bras restait étendu sur le bras, et la main était fortement renversée de manière à présenter la face palmaire. Les mouvements volontaires étaient réduits à une extension très limitée de l'avant-bras, à la flexion des doigts et à quelques mouvements d'extension des trois doigts médiums; l'extension était surtout marquée pour le doigt annulaire.

La contractilité farado-musculaire était conservée, mais amoindrie pour le triceps brachial, et pour les muscles fléchisseurs de la main. Pour les extenseurs des doigts, excepté pour l'annulaire, il fallait employer un courant très fort et c'est à peine si l'on obtenait quelques traces de contraction. Le deltoïde, le sous-épineux, le biceps et le brachial antérieur, malgré un courant très énergique, ne présentaient absolument aucune contraction.

Les courants continus ne déterminaient des contractions bien apparentes que sur les muscles extenseurs de l'avant-bras, là où les courants induits ne provoquent que des contractions très peu marquées. Mais nous pouvons distinguer très nettement qu'il se produit des contractions à forme lente aux points d'application des pôles, sur les muscles paralysés du bras.

Après quelques jours, les courants induits sur tous les muscles de l'avant-bras donnent des contractions plus nettes que les courants continus; les extenseurs qui se contractaient d'abord peu, puis également par les courants continus et par les courants induits, commencent à être plus excitables par les courants induits.

Quant aux muscles du bras, à l'exception du triceps, ils restent absolument insensibles à l'influence des courants induits. Et cependant, pour être bien certain de leur énergie et de leur influence, nous n'employons qu'un courant avec

une seule interruption par seconde, et avec une intensité telle qu'il fait contracter tous les autres muscles, et qu'il agit même à travers les muscles paralysés, le deltoïde, par exemple, pour faire contracter des muscles du dos. Ces courants pouvaient être employés à cette forte dose, car l'enfant les supportait très bien comme d'ailleurs presque toujours les enfants en bas âge.

Dès le sixième jour, les courants continus déterminent des contractions qui se rapprochent de celles des fibres lisses; les courants induits ne peuvent toujours provoquer aucune contraction. A partir de cette époque, les phénomènes suivants viennent s'ajouter à cette particularité de la contractilité électro-musculaire.

1° Les courants continus déterminent plus facilement des contractions sur les muscles paralysés que sur les muscles sains;

2° La contraction est beaucoup plus apparente près du pôle positif, que près du pôle négatif, ce qui est également le contraire de l'état normal.

Ces phénomènes existent très nettement pendant plusieurs semaines, et nous avons pu les observer à notre aise à chaque séance et les faire remarquer aux personnes présentes. La contractilité farado-musculaire et la contractilité galvano-musculaire offrent donc, dans ces cas, les caractères fondamentaux de la paralysie faciale périphérique, et de toutes les paralysies périphériques soit traumatiques, soit *a frigore*, dans lesquelles les terminaisons des nerfs sont profondément altérées, tandis que le tissu musculaire n'a éprouvé de son côté qu'une modification très légère. Grâce à ces symptômes nous pouvons à coup sûr assurer que les filets nerveux sont momentanément détruits, que la fibre musculaire est conservée, que la paralysie durera plusieurs

semaines, temps nécessaire pour la régénération des nerfs, *enfin que le retour à l'état normal sera précédé d'une période de contracture* dans tous les muscles paralysés.

Au bout d'un mois de traitement, la différence entre l'excitation du pôle positif et du pôle négatif commençait à s'effacer et, en même temps, la contractilité galvano-musculaire était diminuée; pour obtenir des contractions, il fallait un courant deux à trois fois plus énergique.

Cette diminution de la contractilité galvano-musculaire alla en progressant de jour en jour, et à mesure que les mouvements volontaires réapparaissaient. Ceux-ci étaient cependant assez faibles et très peu étendus; le mouvement de flexion de l'avant-bras sur le bras fut le premier à se manifester, mais dans des limites très restreintes. En même temps, le muscle sous-épineux commençait à prendre un peu de force et de ton, car l'attitude de la main se modifiait, et la pronation exagérée disparaissait. Néanmoins, la main restait toujours dans une attitude un peu vicieuse. Ce ne fut qu'au bout de trois mois de traitement, que la plupart des symptômes paralytiques furent réellement amendés. Mais alors la contractilité électrique était devenue très difficile à réveiller par les courants continus, et cependant les courants induits ne donnaient encore aucune contraction, même avec des courants très intenses. Généralement cependant, dans les cas de ce genre, lorsque la contractilité galvanique diminue, et que les mouvements volontaires réapparaissent, la contractilité par les courants induits réapparaît également. Ici, il n'y avait rien de semblable, au point que le pronostic eût pu être défavorable, si l'on avait eu à examiner l'enfant à ce moment. En effet, les mouvements volontaires étaient très limités, car il n'y avait encore que quelques mouvements du bras en avant et en

dedans, et pour s'assurer d'une autre façon de l'état des muscles, on se trouvait en présence d'une absence complète d'excitabilité par les courants induits, et d'une contractilité très faible par les courants continus. On aurait donc pu supposer que les muscles étaient profondément et définitivement altérés.

Mais par cela seul que la contractilité diminuait pour les courants continus, après avoir été exagérée par ceux-ci, nous pouvions assurer que le pronostic n'était point mauvais, et que, au contraire, ce manque de contractilité était un bon signe. Nous avions déjà observé, dans des cas à peu près analogues, que la contractilité par les courants induits revenait très difficilement, alors même que la guérison était proche.

C'est même pour des affections de ce genre, que Duchenne a soutenu qu'il pouvait y avoir des contractions volontaires, alors que toute excitabilité électrique avait disparu. (Duchenne n'entendait d'ailleurs parler que des courants induits.) Ces faits, assez rares, et qu'on a contestés, ne se rencontrent que lorsqu'il y a eu lésion très grave des filets nerveux terminaux. D'après les cas que nous avons observés, nous ajouterons que pour que cette absence de contractilité par les courants induits existe en même temps que l'on constate des mouvements volontaires, il faut qu'à une période antérieure il y ait eu paralysie complète des mouvements volontaires, avec exagération de la contractilité galvano-musculaire. De plus, ce n'est que pendant un certain temps que l'on peut constater le phénomène de perte de la contractilité *farado-musculaire* avec conservation de mouvements volontaires, car à mesure que la guérison se fait et que les filets nerveux se régénèrent, cette sorte de contradiction physiologique diminue et finit par

disparaître. C'est ce que nous avons pu observer d'une façon très nette chez cet enfant. Pendant une période de quatre mois, durant laquelle il n'y a eu d'ailleurs que fort peu de séances d'électrisation, l'excitabilité des fibres musculaires ne subit que fort peu de modifications, mais après cette époque et en reprenant d'une façon plus suivie l'emploi des courants continus nous pûmes obtenir des contractions faibles, il est vrai, mais apparentes avec les courants induits, d'abord dans le sous-épineux et le brachial antérieur, puis dans le biceps. Le deltoïde, à l'exception de sa portion antérieure, reste cependant fort peu excitable par toute espèce de courants électriques.

Dès l'apparition des premiers mouvements volontaires il y a eu, comme nous nous y attendions, de la raideur musculaire; cette contracture était pour nous, comme nous l'avons déjà dit, la preuve d'un commencement de régénérescence des filets nerveux, et loin de nous effrayer nous l'avons vue arriver avec plaisir. Comme pour la diminution de la contractilité par les courants continus, nous voyons dans cette contracture, la preuve d'une amélioration prochaine, et l'avenir nous a donné raison. Nous insistons sur ce point, car bien des médecins, dans des cas analogues, pourraient craindre que les symptômes ne soient au contraire aggravés.

Nous avons employé des courants très énergiques et nous ferons remarquer à ce sujet combien les enfants supportent admirablement les courants électriques. Sans doute l'irritabilité nerveuse et musculaire est chez eux moins grande que plus tard, car ils n'éprouvent aucune excitation, et on a même moins de précautions à prendre avec eux, qu'avec les adultes et surtout les vieillards. Cet enfant ne proférait aucune plainte pendant toute la durée de la séance, si ce

n'est quelquefois, de petits cris d'impatience ; en le faisant téter en même temps qu'on l'électrisait, il était constamment tranquille et calme, et ne paraissait contrarié que lorsqu'on faisait quelques interruptions.

De plus, et ce fait a frappé tous ceux qui ont suivi l'enfant les premiers mois, le bras paralysé dans les premières semaines est devenu bien plus gros que le bras sain; cela est dû sans doute à l'influence des courants continus sur la nutrition.

Dans d'autres cas, plus graves que celui-ci, c'est-à-dire chez lesquels la paralysie a été complète et le traitement commencé un peu tard, il est impossible d'obtenir une guérison complète et toujours il reste des altérations trophiques plus ou moins considérables des nerfs, des muscles et même de la peau et des os. On pourrait, à une certaine période, confondre ces paralysies avec la paralysie atrophique de l'enfance, si les renseignements et surtout le siège de l'affection ne permettaient de les distinguer. Quelquefois aussi on suppose un vice de conformation, mais cette erreur est également facile à éviter.

Comme pour les paralysies traumatiques, la période de régénération est souvent accompagnée d'hyperesthésie, et de démangeaisons à la peau. Nous avons vu un enfant qui, à cette période, portait toujours la main à sa bouche, en s'aidant du bras sain, et se mordait le poignet au point d'y amener une plaie.

Nous croyons devoir revenir sur l'état de contracture, qui survient pour les muscles paralysés. Cet état est constant et selon les conditions varie depuis la contracture énergique jusqu'au degré le plus faible que nous avons proposé d'appeler *contracturie*. Fatalement cette modification musculaire doit arriver après ces paralysies, et cela pendant l'*état intermé-*

diaire entre la paralysie et la guérison complète, et elle dure aussi longtemps que le processus de régénération n'est pas terminé. Selon les réactions électro-musculaires, on peut à coup sûr prédire, et quel que soit le mode de traitement, que, à un moment, il y aura, ou il n'y aura pas, contracture. Celle-ci est plus ou moins prononcée, et de plus ou moins longue durée, selon le mode de traitement; mais elle a lieu forcément, lorsque les courants induits ne produisent aucune réaction sur la fibre musculaire, tandis qu'en même temps, non seulement les courants continus provoquent des contractions, mais que celles-ci s'obtiennent plus facilement que sur des muscles sains.

La contracture est également plus certaine et plus longue, lorsque la contraction des muscles striés se rapproche de celle des fibres lisses, et aussi lorsque la contraction a été quelque temps plus marquée du côté du pôle positif que du côté du pôle négatif.

On peut donc, selon les réactions électro-musculaires, savoir exactement la marche et presque la durée de l'affection. Il est néanmoins nécessaire de tenir compte de l'état général des enfants. La paralysie n'est, il est vrai, qu'un accident et non une maladie, mais la régénération des muscles et surtout celle des nerfs aura lieu bien plus vite et plus facilement chez un enfant sain, vigoureux, se nourrissant bien, que chez un enfant à tendances scrofuleuses et rachitiques.

Ajoutons au point de vue étiologique, ce qui a une certaine importance lorsqu'on rapproche ces faits d'autres paralysies associées du plexus brachial, que ,dans les paralysies obstétricales comme nous venons de le voir, c'est un groupe musculaire qui est paralysé et que la paralysie ne se limite pas comme cela arrive dans la plupart des paralysies,

aux muscles innervés par un même nerf. Ainsi ce sont le deltoïde, le sous-épineux, le biceps et le brachial antérieur qui se trouvent en général le plus affectés, et Duchenne avait déjà observé des faits identiques.

Erb a attiré l'attention sur une forme de paralysie qui présente les mêmes symptômes. Il a été amené à localiser cette paralysie en un point du plexus brachial avoisinant les scalènes, et où se trouverait l'origine des filets moteurs qui se rendent à ce groupe de muscles. En électrisant la cinquième et la sixième racine cervicales à leur sortie entre les deux chefs de scalènes, Erb est arrivé à faire contracter simultanément le deltoïde, le triceps, le coraco-brachial et le long supinateur.

Remack fils a, d'un autre côté, observé des paralysies *a frigore*, où les mêmes muscles étaient atteints, à l'exclusion de tous les autres; mais il est probable que la plupart de ces paralysies dites *a frigore* ont une cause traumatique, car Hædemaker, huit fois sur dix, a relevé dans l'étiologie un traumatisme. Chez l'adulte on peut mieux se rendre compte de la production de ce traumatisme, et cela donne l'explication de ce qui doit se passer pendant l'accouchement. Le bras est amené dans l'adduction forcée, et la clavicule soulevée et rapprochée du plexus, comprime ainsi la cinquième et la sixième racine cervicales.

Le docteur Longuet rapproche avec raison de ces faits, des observations de Vierodt qui viennent confirmer l'opinion que l'apparente irrégularité de ces paralysies diffuses, trouve sa loi dans les groupements coordonnés des filets nerveux dès leur émergence des racines rachidiennes. Chez des malades atteints d'affection des vertèbres comprimant les nerfs, il y a eu de la paralysie simultanée du deltoïde, du sus et sous-épineux, du coraco-brachial, du biceps, du long supinateur et même du trapèze, et le siège de la compres-

sion était situé précisément au niveau de la cinquième et de la sixième vertèbre cervicales.

Launois, Strauss ont publié des paralysies associées du plexus brachial, où ces mêmes particularités existent, et indépendamment des paralysies obstétricales, Duchenne avait également signalé dans des paralysies traumatiques ces divers symptômes et avait même désigné comme localisation cette même région que Erb a limité avec plus de précision.

Dans toutes ces paralysies, il est utile d'appliquer le pôle positif d'un courant continu de 20 à 50 volts, sur les racines des nerfs au niveau de la sixième vertèbre cervicale, et le pôle négatif sur les muscles paralysés. Il est inutile d'ajouter qu'il faut de temps en temps faire également quelques applications sur les muscles avec les courants induits, mais éviter des interruptions trop rapides.

SYSTÈME NERVEUX CENTRAL

Affections nerveuses dites essentielles

Hystérie

L'hystérie présente différents symptômes dont les principaux, au point de vue du traitement électrique, consistent : A) dans des *troubles de sensibilité;* B) dans *des troubles de motilité.*

A. — *Les troubles de sensibilité* sont, d'un côté les hyperesthésies, et de l'autre les anesthésies.

Les hyperesthésies consistent surtout en dermalgie, c'est-à-dire en une susceptibilité telle de la peau, que le moindre contact, l'impression même de l'air, devient pénible et douloureux.

L'hystérie qui, sous tant de rapports, a été proclamée un protée insaisissable, présente également des bizarreries très remarquables sous le rapport de l'action des courants électriques. Ainsi, dans certains cas d'hyperesthésie, les malades supportent parfaitement des courants électriques très forts, tandis que d'autres ne peuvent endurer la plus légère électrisation. Un courant tellement faible, qu'il est à peine senti sur la langue, détermine chez certains malades une douleur insupportable. Les uns ont une répugnance invincible pour les courants induits; les autres, sans trouver ce mode d'électrisation trop douloureux, éprouvent, dit Duchenne, « une sensation toute spéciale qui occasionne des tournoiements, des éblouissements, et un malaise général bientôt suivi d'une crise nerveuse ». Chez les uns, la faradisation musculaire à courant rapide amène un spasme nerveux, tandis que la faradisation de la peau avec un courant rapide et une sensation de douleur très violente ne provoque pas le moindre accès nerveux.

Pour les courants continus, quelques malades les supportent très facilement, d'autres, au contraire, témoignent pendant leur application une sensation des plus désagréables, non de douleur, mais d'agacement. Chez ces malades, il faut alors employer un courant très faible, et pour qu'il soit mieux supporté, nous usons quelquefois du procédé suivant, surtout lorsque l'affection est assez étendue et qu'elle atteint par exemple tout un côté du corps ou les deux membres. Nous plaçons les pieds dans un bain de pieds, et les mains dans une cuvette remplie d'eau, et nous mettons un des pôles dans chaque masse d'eau. Pour l'hystérie, à moins de conditions bien rares, nous plaçons le pôle positif du côté des mains et le pôle négatif du côté des pieds. On commence par établir un courant très faible, qu'on aug-

mente peu à peu, mais qu'on ne laisse jamais assez intense pour être par trop désagréable. Dans ces conditions, les séances doivent être longues et il faut éviter toute espèce d'interruptions. Mais encore une fois, ce ne sont pas là des bains électriques, car l'eau dans ce cas remplace un large tampon et n'agit que sur une région limitée.

Ce procédé a quelquefois l'avantage d'éviter toute pression des rhéophores sur la peau, et c'est une condition dont il faut tenir compte lorsque la peau est tellement hyperesthésiée que le moindre contact provoque des douleurs.

C'est dans ces affections que la métallothérapie sous toutes ses formes peut avoir une influence avantageuse; mais comme le disent avec raison MM. Proust et Ballet, l'action de ces divers agents se produit d'abord sur les centres nerveux et se généralise ensuite. Ces méthodes de traitement peuvent d'ailleurs être variées à l'infini, car dans ces affections tout peut réussir, comme tout peut échouer. Dans tous les cas, il est peu rationnel et même il est dangereux de prendre pour base thérapeutique les effets que l'on obtient chez les hystériques avec un agent quelconque. Nous croyons qu'on ne fait, en agissant autrement, qu'encombrer la science d'observations qui sont fatalement défectueuses. Les hystériques sont des organismes à part, chez lesquelles les circulations sont enrayées et chez lesquelles l'absorption souvent même ne se fait pas; elles peuvent même être comparées au point de vue des actes fonctionnels aux animaux à l'état d'hibernation. Il faut évidemment les soigner, et employer les moyens qui ont donné les meilleurs résultats, mais, nous le répétons, il ne faudrait jamais tenir compte des effets thérapeutiques d'un agent quelconque, par les seuls effets qu'on observe chez des hystériques.

B. — *Les troubles de la motilité* sont très nombreux dans

l'hystérie, et c'est surtout contre eux que sont dirigés le plus souvent les traitements électriques. D'après les relevés de Briquet, il se trouve 120 cas de paralysies hystériques sur 430 malades; elles se montrent pour la plupart dans l'hystérie déjà ancienne. « Comparées au point de vue de leur fréquence, les paralysies hystériques doivent être rangées comme il suit : d'abord l'hémiplégie, ou plutôt la paralysie simultanée des extrémités supérieure ou inférieure du même côté (le plus souvent du côté gauche); puis la paraplégie, la paralysie d'un seul membre ou d'une portion de membre, la paralysie de la face, celle-là assez rare et étant presque toujours l'accompagnement de l'hémiplégie; la paralysie du larynx (aphonie), du pharynx et de l'œsophage, du diaphragme. »

La marche et le degré de la paralysie présentent également de grandes variétés.

Dans les troubles de motilité qui ne sont pas accompagnés d'hyperesthésie, les courants électriques sont assez bien tolérés. Cependant, dans quelques cas où les malades ne peuvent les supporter, Benedick conseille de chloroformer les malades. Nous n'avons jamais employé ce moyen et nous ne voyons pas les avantages qu'il peut procurer. En effet, il ne nous paraît guère praticable ni même utile ; car, si des personnes sont tellement impressionnables qu'elles ne peuvent supporter l'électrisation, même celle par les courants continus, on doit, à juste raison, craindre l'emploi réitéré du chloroforme.

Les paralysies hystériques sont toujours dues à une cause générale, et ce sont les centres et non les nerfs périphériques qui sont atteints. Ces considérations seules suffisent pour préférer les courants continus aux courants induits, car ces derniers agissent surtout sur les centres par

l'électrisation cutanée. Mais cette influence même est assez variable, et presque toujours très excitante; de plus, il est difficile d'en limiter l'action. Il est donc souvent imprudent de les employer, et l'on doit toujours craindre de les voir aggraver les symptômes morbides. Aussi croyons-nous qu'il est bon de les rejeter chaque fois que les paralysies sont accompagnées de crises nerveuses et de phénomènes qui indiquent une irritation spinale ou cérébrale. Ce n'est que lorsque la paralysie est limitée depuis longtemps dans certaines régions qu'on peut les employer avec quelque succès, et surtout dans quelques cas de contractures, en employant la méthode préconisée par Duchenne, c'est-à-dire en électrisant les antagonistes.

Duchenne a obtenu un cas de guérison de paralysie hystérique au bout d'une seule séance, en employant l'excitation électro-cutanée. Quoique cette excitation agisse efficacement sur le système central, par action réflexe, il faut avouer que si les paralysies hystériques peuvent ne retirer aucune amélioration de tous les traitements employés, aussi bien de l'électrothérapie que des autres moyens thérapeutiques, elles peuvent, d'un autre côté, guérir avec toute espèce de médication. L'imagination joue un trop grand rôle dans ces cas pour que nous puissions savoir ce qui revient de droit à l'influence du traitement. Cependant nous croyons pouvoir donner comme règle générale que l'emploi de l'électricité, qui agit si efficacement dans beaucoup de paralysies hystériques, produit dès les premières séances une amélioration très notable, lorsqu'elle doit amener la guérison. Cela est vrai et pour les courants continus, et pour les courants induits.

Le précepte pratique qui ressort de ces considérations est donc que, dans tous les cas de paralysie hystérique, il

est bon d'employer les courants électriques. Si au bout de quelques séances on ne voit aucun progrès, il faut suspendre ce traitement pour le reprendre quelques semaines plus tard, et en même temps changer le mode d'électrisation et la nature des courants.

Voici une observation qui montre combien il est quelquefois avantageux de changer le mode d'électrisation, et en même temps combien, dans ces cas, il est utile d'agir sur les centres, au lieu de n'électriser que les membres paralysés.

Une jeune fille de onze ans, non réglée, fut prise subitement, pendant la nuit, de convulsions cloniques sans perte de connaissance. Les jours suivants, ces convulsions persistent, mais se montrent principalement pendant le jour. Après ces attaques, faiblesse très grande des membres inférieurs; il fallait soutenir la jeune malade, qui, sans cela, serait tombée sur le sol. On combattit ces accidents nerveux, d'abord par des bains tièdes aromatisés avec du tilleul, des boissons calmantes, une infusion de tilleul et de fleur d'oranger avec quelques gouttes d'éther, puis ensuite par l'hydrothérapie. Vers le milieu de novembre, à la suite d'une crise très violente, les membres inférieurs et surtout les jambes s'affaiblissent encore. La progression n'est plus possible que sur les genoux, et il faut porter la malade. Trois médecins sont consultés. Ils pensent que ces troubles nerveux ne sont qu'une variété de la danse de Saint-Guy, conseillent l'immersion dans un bain froid, les potions calmantes et les frictions sur le torse et sur les cuisses avec la brosse électrique. Il n'y a pas d'amélioration constatée à la suite du traitement. Les accès se produisent presque toujours au moment du coucher.

Le père vient alors à Paris; il consulte G. Sée et Duchenne qui, tous deux, sont d'accord sur la nature hystérique de la paralysie, malgré l'âge peu avancé de la malade. L'hydrothérapie est écartée, et l'on a recours à l'électrisation avec un appareil à intermittences. Dix ventouses sont appliquées de chaque côté de la colonne vertébrale. Trousseau et Chauffard sont successivement consultés; le premier prescrit des bains très longs, les pilules de térébenthine et l'azotate d'argent à l'intérieur; le second conseille l'usage des pilules de castoréum et d'une potion arsenicale. Malgré ces différentes médications, la faiblesse persiste, les crises se montrent toujours au moment ordinaire du coucher.

Le 31 décembre, l'attaque est des plus violentes, la parésie augmente, et la jeune malade ne peut même plus se traîner sur les genoux. A la suite d'une nouvelle consultation, le 1er janvier, l'électrisation par les courants continus est prescrite et la malade nous est adressée.

Voici dans quel état nous la trouvons. Il n'y a pas d'anesthésie. Les mouvements sont conservés pendant le décubitus dorsal, affaiblis, il est vrai. La station debout est impossible, les jambes ploient sous le poids du corps. Couchée, l'enfant ne peut soulever avec ses membres inférieurs que treize livres et demie. Nous électrisons la malade avec l'appareil à courant continu de Remak, et employons le courant descendant pour l'électrisation de la moelle. Le pôle positif est placé à la partie supérieure de la colonne vertébrale et le pôle négatif à la région sacrée, ou bien aux pieds, ceux-ci trempant dans un bain d'eau tiède dans laquelle on plonge ce rhéophore. On n'emploie jamais plus de six à huit éléments Remak; ce mode d'électrisation ne paraissait pas douloureux, mais agaçant. La sensibilité à l'électricité était exagérée, puisque deux éléments de Remak suffisaient à développer l'excitation.

Après la première séance, la crise du soir fut violente, mais de courte durée.

Seconde séance, la malade soulève, avec ses membres inférieurs, quatorze livres au lieu de treize et demie.

La crise du soir est très légère.

Après la troisième séance, les crises disparaissent complètement, et la malade peut marcher sur ses genoux, mais les jambes sont encore trop faibles pour la supporter.

Après la quatrième séance, la force est augmentée, et les membres inférieurs soulèvent facilement quinze livres. Le soir même, l'enfant est plus solide sur ses jambes; elle fait d'abord quelques pas en se tenant aux meubles, puis marche bientôt comme à l'état normal, puisque le lendemain elle vient à pied.

L'électrisation fut cependant continuée pendant six séances. La guérison ne s'est pas démentie, puisque chez nous, depuis cette époque, il n'y a eu aucune rechute; il s'est bien montré de temps en temps de légères crises nerveuses, mais il n'y a plus trace de troubles dans la mobilité.

Dans ce cas, comme dans tous ceux que nous avons vu guérir par les courants continus, l'amélioration du côté de la motilité n'arrive jamais qu'après la cessation des crises nerveuses, et c'est toujours là le premier symptôme qui annonce l'efficacité du traitement.

Lorsque la paralysie hystérique est compliquée d'accidents rhumatismaux, et surtout lorsqu'il existe chez les malades les symptômes que Bazin a considérés comme la manifestation de l'arthritisme, les guérisons sont bien plus longues

et plus rares. Nous avons vu un cas de ce genre où, ni l'hydrothérapie, ni l'électrothérapie sous toutes ses formes, ni les bains, etc., n'ont pu apporter d'amélioration et où cependant la guérison est survenue spontanément deux fois en trois ans, mais n'a duré que fort peu de temps.

Comme toutes les manifestations de l'hystérie, les paralysies hystériques offrent des bizarreries sur lesquelles nous ne pouvons insister, car ces affections seules exigeraient un volume. Au point de vue électrothérapeutique il nous suffit de dire que, de toutes les manifestations hystériques, ce sont les paralysies qui guérissent le plus facilement, surtout lorsqu'elles sont simples. Il y a sous ce rapport une différence énorme entre les paralysies et les contractures hystériques, comme nous le verrons plus loin.

On a, trop souvent peut-être dans ces dernières années, considéré comme paralysie hystérique des paralysies survenant chez des personnes qui présentaient des manifestations pathologiques se rapprochant de l'hystérie. C'est ainsi qu'on a publié plusieurs observations de paralysies hystériques chez l'homme, et sans nier en aucune façon l'hystérie chez l'homme, nous ferons remarquer que, dans la plupart de ces observations, on ne tient nul compte de la cause occasionnelle qui, presque toujours dans les observations publiées, surtout dans celles de Debove, a été un accident, ou même un refroidissement. Or on ne peut réellement considérer comme paralysies hystériques que celles qui n'ont aucune cause traumatique ou rhumatismale. Que selon le tempérament, les symptômes consécutifs soient plus ou moins compliqués, et qu'ils finissent même par cacher le point de départ de la maladie, cela est assez fréquent, mais il n'en est pas moins vrai qu'il a un point de départ dont il faut tenir compte. Cela est surtout nécessaire au point de vue du pro-

nostic et du traitement, et nous avons vu plusieurs fois des jeunes filles dont l'affection est devenue nettement rhumatismale, parce qu'on voulait à toute force n'employer que l'hydrothérapie froide, alors cependant que le début de l'affection avait été provoqué par un refroidissement. On ne s'était préoccupé que des symptômes hystériformes qui presque toujours chez les jeunes filles accompagnent toute espèce d'affection.

Contractures hystériques. — Les contractures hystériques sont également très fréquentes, mais, en général, elles sont plus difficiles à guérir que les paralysies, quoique l'emploi de l'électricité, et surtout des courants continus, puisse amener de très bons résultats.

Dans quelques cas, les contractures sont passagères, ou du moins ne sont pas dues à une lésion centrale; mais quelquefois la contracture est persistante et est alors symptomatique d'une lésion centrale. Dans ces derniers cas, on ne peut pas dire que la contracture est de nature hystérique, mais comme elle entraîne souvent d'autres phénomènes hystériques, on les considère au moins comme étant de même nature. Charcot[1] a publié un cas d'hystérie avec paraplégie et contractures, qui était dû, comme l'autopsie l'a démontré, à une sclérose de la moelle épinière. On peut se demander, dans ce cas, si les troubles fonctionnels auxquels se rattache l'hystérie peuvent, à la longue, aboutir à des lésions organiques des centres nerveux, et si ces lésions sont capables de déterminer consécutivement des atrophies musculaires ou si, au contraire, la lésion n'a pas été primitive.

Nous avons cependant observé plusieurs fois des contractures qui, d'abord intermittentes, sont devenues permanentes

1. Charcot, *Sclérose des cordons latéraux de la moelle épinière chez une femme hystérique* (*Union médicale*, 1865).

et paraissent alors avoir pour cause une lésion organique, tandis qu'au début elles n'étaient évidemment qu'un symptôme hystérique. Dans un cas, cette contracture était en même temps accompagnée d'autres phénomènes nettement hystériques qui ont fini par disparaître, tandis que la contracture a constamment persisté.

Mlle B..., âgée de vingt et un ans, sans affection antérieure, bien réglée, fut prise tout d'un coup, à la suite d'une contrariété, de spasmes de l'arrière-gorge ; elle éprouve de la difficulté à avaler, et comme les amygdales étaient un peu volumineuses, on les enlève, ce qui ne diminue que fort peu la difficulté à avaler. Quelques jours après, il lui survient par instant un hoquet, et elle se plaint en même temps de douleurs et d'une extrême sensibilité sur la partie supérieure de la colonne vertébrale. Pendant vingt-trois jours, elle est dans un état d'excitation extrême; elle a du délire, des hallucinations, ne peut manger, mais elle peut se lever et marcher. A la suite de frictions sur le dos, avec de l'extrait de belladone et de l'huile de jusquiame, son état empire, elle ne peut plus se lever, le hoquet revient plus fréquent, et dure constamment, excepté pendant le sommeil. En même temps elle a cinq à six crises nerveuses par jour.

Le 2 mai, elle se lève un peu, mais marche difficilement. Au mois de juillet, elle marche mieux, mais sa jambe gauche commence à se replier et les crises comme le hoquet persistent toujours. Pendant quelques semaines, il y a un peu d'amélioration, mais tous ces symptômes deviennent plus forts. Les crises à cette époque paraissent tous les jours régulièrement à sept heures du matin et à six heures du soir. Le hoquet est très fort, et la jambe se rétracte de plus en plus.

Pendant toute cette période de sa maladie, il n'y a pas d'agent thérapeutique qui n'ait été essayé : bromure de potassium à haute dose, iodure de potassium, asa fœtida, noix vomique, atropine, sulfate de quinine, etc. Aucun de ces médicaments n'avait produit d'amélioration. L'hydrothérapie avait également été employée, mais loin d'amener un apaisement de tous ces phénomènes morbides, elle les avait exagérés, et, à deux reprises différentes, elle avait toujours déterminé les mêmes inconvénients.

Lorsque nous la vîmes, la malade était dans l'état suivant : le hoquet persistait constamment, la jambe gauche était à moitié fléchie sur la cuisse, et les efforts les plus grands ne pouvaient parvenir à surmonter cette contracture. Sur le dos, entre les deux omoplates, la sensibilité était exaltée au plus haut point; au moindre contact, la malade poussait des cris, le hoquet augmentait de force et de fréquence, et les muscles de l'épaule se contractaient spasmodiquement. Les crises avaient lieu deux fois par jour, le matin à sept heures, et le soir à six heures. Ces crises duraient deux heures, pendant lesquelles la malade, sans perdre complète-

ment connaissance, avait les mouvements incoordonnés les plus étranges. Nous ne pouvons mieux comparer les phénomènes qu'elle présentait qu'à ceux d'un animal empoisonné par la strychnine; elle avait des secousses comme tétaniques; tout son corps, pour ainsi dire, se soulevait de dessus le lit, et ses mouvement étaient surtout très marqués lorsqu'elle venait à être touchée ou à irriter d'elle-même la surface du dos hyperesthésiée. Pendant tout ce temps, le hoquet disparaissait, mais il revenait dès que l'accès était terminé; la jambe restait constamment pliée, et jamais la contracture ne parvenait à cesser ou à diminuer, ni pendant les crises, ni lorsqu'elles avaient disparu.

Après quelques séances d'électrisation par les courants continus, en employant un courant descendant sur la moelle, quelques-uns de ces phénomènes s'amendèrent. Le hoquet diminua d'intensité; l'hyperesthésie de la peau fut moins considérable et les crises furent peu à peu moins longues. Au bout d'un mois de traitement, les aises ne duraient plus que trois quarts d'heure; mais la contracture de la jambe ne fut nullement modifiée.

Après ce temps, la malade retourna chez elle en province; elle reprit du bromure de potassium à haute dose, du fer, des ablutions froides, etc., mais son état restant stationnaire, elle revint nous trouver trois mois après. Son état était presque le même que lorsqu'elle avait quitté Paris, le hoquet existait encore, mais assez faible, et les crises duraient toujours près de trois quarts d'heure. Nous recommençâmes le même mode d'électrisation, et peu à peu les crises du soir et du matin devinrent très faibles et ne durèrent plus que dix minutes.

La contracture de la jambe persistant toujours, nous dirigeâmes plus activement le traitement sur ce point, mais ni les courants continus, ni les courants induits sur les muscles antagonistes ne parvinrent à produire le plus léger changement.

Nous essayâmes alors l'emploi de l'extension continue au moyen des bandes de caoutchouc. Au bout de trois jours, l'extension de la jambe était complète, mais en même temps les crises réapparurent très violentes et plus longues, et, dès que l'appareil fut enlevé, la jambe se rétracta aussitôt et reprit sa position vicieuse. On peut donc supposer que, dans ce cas, la contracture qui, pendant des mois, a résisté à toute espèce de traitement, et qui reste dans un état stationnaire, est due à une lésion centrale. Cependant ici, comme dans la plupart des cas de ce genre, la chloroformisation seule peut éclairer le diagnostic, et nous n'avons pu employer ce moyen.

Dans un autre cas, nous avons pu suivre très nettement pendant six ans, le développement d'une contracture, qui, les trois premières années, fut incontestablement de nature hystérique et qui peu à peu est devenue organique. Il s'agit d'une jeune fille qui commença par se plaindre de douleurs

dans le genou, qui étaient accompagnées d'une rétraction musculaire amenant une légère flexion du genou. Puis la douleur s'étendit à la hanche, mais quoique relativement insignifiante, elle déterminait une grande claudication. Sous l'influence du chloroforme, tous les muscles furent relâchés, et la jambe put être portée dans tous les sens. Mais aussitôt après le réveil, les contractures reprirent et les douleurs augmentèrent. On mit la malade dans une gouttière, on lui appliqua des appareils silicatés, on lui fit suivre plus tard plusieurs pratiques hydrothérapiques, des traitements aux eaux de Neris, etc., rien ne put empêcher la marche progressive de la maladie. Une nouvelle tentative de chloroformisation fit découvrir des adhérences légères dans l'articulation de la hanche et du genou, et quelques semaines plus tard, à notre grand étonnement, nous reconnûmes que les muscles du mollet avaient perdu leur contractilité. Les muscles revinrent à leur état normal, sous l'influence de l'électricité, mais la contracture persista dans les muscles de la hanche et de plus les articulations de la hanche et du genou présentèrent le symptôme d'une arthrite avec ankylose presque complète.

Nous avons traité et guéri très promptement, au moyen des courants continus, une contracture des muscles de l'arrière-gorge. Comme il y avait de la difficulté à avaler et un peu de rougeur dans la gorge, on avait pendant des mois fait subir un traitement pour un cas d'angine chronique; on avait même enlevé les amygdales. Au bout de six séances, la malade fut complètement débarrassée de cette contracture, et ne ressentit plus aucune difficulté à avaler.

Dans les contractures du larynx, on obtient des résultats très rapides, mais les paralysies des muscles du larynx sont beaucoup plus fréquentes, et sont en général accompagnées

de symptômes de suffocation. Il suffit souvent d'une électrisation de quelques secondes pour ramener la voix, mais dès qu'on cesse l'électrisation, ou quelques minutes après, les symptômes paralytiques reparaissent. Dans quelques-uns de ces cas, on peut porter l'excitation sur n'importe quelle partie du corps, pour obtenir ce résultat.

Nous avons eu l'occasion d'observer la cessation des contractures de l'œsophage chez les femmes hystériques à la suite de l'électrisation de la région antérieure du cou par les courants continus. Nous avons également fait cesser ainsi presque instantanément le spasme de la glotte. Ce sont là des résultats qui n'ont rien d'extraordinaire si l'on se rappelle l'influence des courants continus sur les contractures de cette nature. Mais il est évident, d'un autre côté, que cette influence n'est que passagère et qu'un traitement régulier ne doit jamais s'attaquer à des phénomènes locaux. Même lorsque les contractures sont permanentes en un point, il faut toujours agir d'une manière générale.

Chez une jeune dame, à la suite de plusieurs symptômes hystériques et de crises nerveuses offrant même un peu le caractère épileptiforme, il était survenu, en dernier lieu, une contracture des muscles de la mâchoire et une contracture des fléchisseurs de la main. Plusieurs médicaments avaient été employés sans grand succès. Le bromure de potassium avait été donné à assez forte dose sans produire la moindre amélioration, la belladone seule avait un instant fait diminuer les accidents nerveux et éloigner les crises.

Lorsque le docteur d'Ancona nous fit appeler pour essayer l'emploi des courants continus, cette dame ne pouvait pas desserrer les dents, la parole était impossible, et quoique les muscles des lèvres ne fussent pas contracturés, l'ensemble de la figure était tout crispé. Les doigts étaient complètement fléchis dans la main et ne pouvaient faire le moindre mouvement, le pouce seul avait conservé sa position normale. L'hyperesthésie de la peau des mains et de l'avant-bras était telle que le moindre contact était douloureux.

L'application directe d'un pôle sur le trajet des nerfs de l'avant-bras, ou sur la main, était impossible à cause de l'hyperesthésie qui existait dans toutes ces régions, et, comme de plus, la malade venait d'avoir ses règles,

un courant descendant directement sur la moelle nous parut avoir l'inconvénient de pouvoir ramener les menstrues ou de les exagérer, et nous eûmes recours, les quatre premières séances, au procédé suivant : les mains furent placées dans une cuvette remplie d'eau, et nous y placions le pôle négatif, tandis que le pôle positif était appliqué directement sur les vertèbres cervicales. Le courant, d'abord d'une force de quatre éléments (appareil au protosulfate de mercure), fut graduellement augmenté d'intensité, jusqu'à dix-huit éléments.

Au bout des quatre premières séances, les crises avaient disparu, le trismus fut un peu amendé, car la malade commençait à parler et pouvait un peu mieux articuler les mots; la contracture des doigts existait toujours, mais elle était un peu moins énergique, et la malade pouvait leur imprimer quelques légers mouvements de latéralité.

A partir de la cinquième séance, n'ayant plus à redouter des accidents du côté de la matrice, nous fîmes placer les pieds dans de l'eau ainsi que les mains, et nous mettions le pôle positif près des mains et le pôle négatif aux pieds. Le courant, d'abord de dix-huit éléments, fut, à chaque séance, augmenté de quatre à six éléments jusqu'à quarante-deux. Les séances durèrent en moyenne de vingt-cinq à trente minutes, et chaque fois nous commencions par un courant faible que nous augmentions graduellement. Vers la fin de la séance, le courant était également diminué peu à peu, afin d'éviter toute espèce de secousse.

Après chaque séance il y eut un progrès sensible ; le trismus disparut d'abord, la parole revint complètement et les muscles de la face reprirent leur physionomie normale, puis l'hyperesthésie de la peau des mains fut diminuée, et enfin la contracture des doigts cessa en grande partie.

Après la dixième séance, la malade pouvait ouvrir complètement la main, les dernières phalanges seules restaient fléchies, et même les deux petits doigts et l'annulaire de la main droite étaient complètement allongés. Ce furent d'abord les premières phalanges, puis les secondes qui cédèrent et purent de nouveau se soulever horizontalement avec l'avant-bras. La contracture avait été tellement forte que, dans la paume de la main, les ongles avaient laissé des marques de leur pression.

A la onzième séance, nous essayâmes l'emploi d'un *courant ascendant*, c'est-à-dire que le pôle positif fut placé près des pieds; le courant ne fut que de trente-six éléments, et malgré tous les soins que nous prîmes pour éviter des secousses et toute espèce d'excitation, *ce changement de direction amena un résultat défavorable, car le lendemain les doigts étaient plus contractés et la malade s'était plainte d'être plus irritable.*

Le courant ascendant ne fut, cela va de soi, plus jamais employé; mais le lendemain, une vive contrariété morale ramena pour quelques instants le trismus et la contracture des fléchisseurs. Après une nouvelle séance (courant descendant), le trismus disparut pour toujours; la contracture mit plus de temps à disparaître, car il fallut encore cinq séances pour ramener l'amélioration qui existait déjà.

Cette observation est intéressante non seulement par les phénomènes qu'elle a présentés et qui sont assez rares, entre autres le trismus hystérique, mais elle nous montre encore d'une manière très nette, la différence d'action des courants selon la direction.

Les contractures hystériques, dans plusieurs cas, font croire à une coxalgie, et nous avons eu l'occasion d'observer plusieurs faits de ce genre avec MM. Guyon, Labbé, Lannelongue, Verneuil, etc. Ces jeunes filles sont souvent traitées pendant plusieurs mois pour une coxalgie, tandis que le raccourcissement de la jambe et les autres phénomènes qui ont pu faire croire à une coxalgie sont produits par la contraction des muscles qui s'insèrent à la partie supérieure du fémur. Dans tous les cas, le diagnostic ne s'établit bien qu'en mettant le malade dans le collapsus complet, à l'aide de l'anesthésie chloroformique. Nous avons cependant vu quelquefois des courants continus pendant leur application ou immédiatement après, déterminer un léger allongement de la jambe. C'est là un signe très important et qui nous a permis dans un cas, de nous opposer à une opération chirurgicale très grave. La jeune fille à laquelle on voulait sectionner le col du fémur, est parfaitement guérie et est mariée aujourd'hui.

On pourrait multiplier les bizarreries que l'on observe dans les affections hystériques, mais nous ne voulons plus citer que la suivante, parce qu'elle démontre combien même pendant l'électrisation, les phénomènes nutritifs sont différents dans les régions où existe la maladie. Dans un cas de contracture hystérique dans une seule jambe, confirmé par la chloroformisation, l'électricité avec les courants continus était à peine sentie à la jambe malade et un courant permanent de dix-huit éléments n'amenait au bout de plu-

sieurs heures qu'une très légère rougeur. La malade, à laquelle nous avions également prescrit des frictions sèches générales, ayant remarqué que les frictions sur la jambe saine amenaient une sorte de détente sur la jambe contracturée, nous eûmes l'idée de faire appliquer les courants continus de ce côté, c'est-à-dire sur la jambe saine. Nous pûmes constater aussitôt une grande différence dans les effets produits. Le courant qui était à peine apprécié du côté malade, était vivement ressenti du côté sain, la peau rougit presque aussitôt, et les muscles du côté malade se relâchèrent un peu plus qu'en agissant directement sur eux.

Du diagnostic des paralysies hystériques. — L'électricité permet-elle de diagnostiquer si une paralysie est d'origine hystérique ou si elle est due à une autre cause? Si cela était vrai, ce serait sans doute un des plus beaux avantages de l'électricité, car rien n'est si difficile à diagnostiquer que certaines paralysies hystériques.

D'après Duchenne :

La contractilité électro-musculaire est normale dans la paralysie hystérique; la sensibilité électro-musculaire est, au contraire, diminuée ou abolie dans cette même affection.

Malheureusement cette proposition n'est pas rigoureusement exacte, car il y a des cas de paralysie hystérique où la sensibilité électro-musculaire est loin d'être diminuée, et des cas de paralysies non hystériques où cette sensibilité est également abolie. Dans bien des affections cérébrales, il existe en effet un affaiblissement de la sensibilité électro-musculaire. Cependant, s'il ne faut pas admettre cette proposition avec trop de confiance, il est certain qu'elle peut quelquefois éclairer le diagnostic, comme le prouve l'observation suivante rapportée par Duchenne :

En 1852, une jeune fille était entrée à la Charité (salle Sainte-Madeleine,

nº 5), pour s'y faire traiter d'une hémiplégie gauche datant de six mois, et qui était survenue graduellement. Sa paralysie était incomplète, c'est-à-dire qu'elle consistait dans un affaiblissement des mouvements. Elle était habituellement bien portante avant sa paralysie, mais depuis lors elle était mal réglée. On constatait chez elle l'existence d'un souffle carotidien. Bien qu'elle n'eût jamais eu d'accès d'hystérie, Beau, qui dirigeait alors provisoirement le service, pensa que son hémiplégie pouvait bien être sous la dépendance d'un état hystérique, et m'engagea à l'examiner, au point de vue de mes recherches. A l'exploration électro-musculaire, je constatai l'intégrité de la contractilité et de la sensibilité électriques dans les muscles paralysés. Ce dernier phénomène (l'intégrité de la sensibilité musculaire) ne me permit pas de partager l'opinion de Beau sur la nature de la paralysie. On se rappelle, en effet, que la paralysie hystérique présente une perturbation dans l'état de la sensibilité qui est ordinairement diminuée dans les muscles ou quelquefois augmentée à la peau. En l'absence de ce dernier signe, et en présence de l'intégrité de la contractilité électro-musculaire, je diagnostiquai chez cette jeune fille une lésion cérébrale, par exemple un tubercule occupant le côté droit de la base du cerveau; la possibilité de la présence d'un tubercule cérébral me paraissait s'appuyer encore sur l'existence d'une expiration prolongée au sommet du poumon gauche. Cette jeune fille mourut rapidement par suite d'une suffusion séreuse dans les méninges et les ventricules. On trouva à l'autopsie *un tubercule, du volume d'un haricot, dans le pédoncule cérébral droit.*

On peut donc, dans un certain nombre de cas, reconnaître une paralysie hystérique selon les phénomènes que présentent la contractilité et la sensibilité électro-musculaires. Mais, comme nous l'avons dit, ces caractères sont loin d'être rigoureux, et malheureusement c'est surtout dans les cas difficiles au point de vue du diagnostic, que ces caractères deviennent douteux.

Dans l'hémiplégie par exemple, et surtout dans les premiers jours de la maladie, la sensibilité, soit cutanée soit musculaire, est également souvent affaiblie, et d'un autre côté les malades se trouvent souvent dans un tel état de prostration qu'ils sentent peu et ne peuvent rendre compte de leurs sensations. Nous avons observé dans le service de Sée un cas très intéressant sous ce rapport. Une jeune

fille est amenée à l'hôpital, avec une hémiplégie du côté gauche, coma profond, perte de la parole, sans fièvre et sans qu'on puisse découvrir la moindre lésion organique. La contractilité électro-musculaire est normale, et la malade n'a pas l'air de souffrir par des courants très forts. La plupart de ces symptômes faisaient croire à quelques médecins que l'on était en présence d'une paralysie hystérique, mais la malade succomba le surlendemain, et l'autopsie fit découvrir une embolie cérébrale.

Quel eût été le moyen d'aider, dans ce cas, le diagnostic par l'emploi des courants électriques? La contractilité normale et la perte de la sensibibilité électro-musculaire n'avaient aucune valeur, mais peut-être eût-il été possible d'essayer des courants continus, non sur les membres où ils n'auraient rien appris de plus, mais du côté du cerveau. Dans le cas d'hémiplégie hystérique, il est possible et même probable qu'ils auraient amené, pour un temps plus ou moins long, une modification aux troubles qui existaient, tandis que si l'hémiplégie avait pour cause une embolie ou un épanchement sanguin, ils n'auraient, cela est de toute évidence, absolument rien pu modifier.

Nous croyons que, dans ce cas, un courant continu appliqué sur la tête pendant quelques minutes aurait pu apporter quelques changements aux symptômes, d'après un fait que nous avons observé dans le service d'Oulmont, et chez une malade hystérique qui, par moments, offrait tous les symptômes d'une lésion cérébrale. Dans un de ces états, nous fîmes passer pendant près de cinq minutes un courant à travers la tête, le pôle positif sur le front et le négatif à la nuque, et aussitôt les symptômes d'excitation disparurent pendant un instant, et la malade s'endormit pendant une demi-heure.

Dans la plupart des paralysies hystériques, les malades ressentent très vivement les courants continus, surtout lorsque les éléments employés ont une forte action chimique. Nous avons vu un cas où l'anesthésie était presque complète pour tous les excitants, excepté pour les courants de la pile à action chimique assez forte. Cela est dû probablement à ce que les décompositions électrolytiques qui se font forcément, dépassent la sphère cutanée et agissent sur la région sous-cutanée.

La contractilité pour ces courants est en même temps plutôt diminuée qu'augmentée, mais ce caractère est loin d'être suffisant pour établir le diagnostic au moins d'avec d'autres lésions cérébrales. Dans les lésions de la moelle, cependant, les effets des courants continus peuvent avoir quelque utilité. D'abord, de ce que la contractilité n'est pas augmentée pour les courants continus, et est plutôt diminuée, tandis qu'elle reste la même pour les courants induits, on peut déjà être certain que la paralysie n'est pas organique. Puis si la sensibilité électro-musculaire est profondément modifiée, on peut avoir un élément de plus de diagnostic, et, dans ces conditions, on peut presque affirmer la nature hystérique de la paralysie. Mais de tous ces symptômes, le plus facile à constater est sans contredit l'intégrité de la contractilité farado-musculaire, et ces recherches donnent des indications plus précises que l'emploi des courants continus et surtout que les lois diffuses qui ressortent des formules employées par quelques nevro-pathologistes. Dans quelques cas la marche de l'anesthésie et les phénomènes de transfert ont une grande valeur comme moyen de diagnostic. Si ces phénomènes existent, le doute n'est pas possible ; mais malheureusement ils sont loin d'être constants.

Irritation spinale [1].

« Pour les pathologistes, dit Axenfeld[2], qui la décrivent comme une maladie distincte, l'irritation spinale est caractérisée par la réunion des symptômes suivants : douleur perçue le long du rachis, provoquée surtout par la pression sur les apophyses épineuses, présentant des irradiations très variées, accompagnée de troubles fonctionnels multiples et remarquablement mobiles, et presque constamment de perte de forces et d'amaigrissement. »

En faisant un chapitre à part pour cette affection, nous ne voulons pas cependant en faire une maladie distincte et bien déterminée, seulement il est certain que dans beaucoup de cas on observe un ensemble de symptômes qui rentrent dans la définition donnée par Axenfeld. Nous en excluons toutefois les symptômes, amaigrissement et affaiblissement, car s'ils existent ils ne sont que très rarement le résultat de l'irritation spinale.

Il nous paraît difficile de dire exactement la cause de cette affection ; cependant il est probable qu'elle est due à un trouble circulatoire, soit de la moelle, soit des enveloppes de la moelle (Hammond, Jaccoud, Peter), ou à une excitation réflexe de la moelle. Chez la femme, tous ces symptômes rentrent assez bien sous la dénomination générique d'hystérie. Il nous serait impossible d'ailleurs de dire en quoi les phénomènes hystériques diffèrent de ceux de l'irritation spinale ;

1. Ce mot d'irritation spinale nous paraît plus scientifique et plus exact que la plupart des autres termes employés; car avec Jaccoud nous croyons qu'on peut considérer comme sous cette espèce morbide les états pathologiques décrits sous les noms de *nervosisme*, de *névralgie générale*, de *névropathie cérébro-spinale*, et même presque tous les cas dont on a fait de l'hystérie chez l'homme.

2. *Des névroses*, 2e édition, par Axenfeld et Huchard, 1882. Paris, Germer Baillière et Cie.

nous les croyons même dus à la même cause, c'est-à-dire à des troubles de la circulation. On sait en effet combien sont fréquents chez les femmes hystériques les *désordres vaso-moteurs,* comme le prouvent les changements alternatifs de vascularisation de la peau et de la face, l'augmentation ou l'arrêt des sécrétions, etc.

Il en est de même dans l'irritation spinale; seulement, dans cette affection, les troubles circulatoires paraissent limités à la moelle, et s'observent aussi bien chez l'homme que chez la femme.

Cette affection a évidemment un grand nombre de complications et de degrés. Elle peut varier depuis la simple excitation générale jusqu'aux douleurs rachidiennes les plus intenses et produire même des crises épileptiformes.

La douleur rachidienne sur laquelle Peter a beaucoup insisté, souvent spontanée, peut être provoquée par la pression et par l'application de la chaleur. Pour la découvrir, on promène le long de la région vertébrale une éponge imbibée d'eau chaude.

Nous avons observé un mode d'exploration plus sensible que ces deux derniers, car il indique des hyperesthésies le long de la colonne vertébrale, alors que ni la pression ni la chaleur ne les font découvrir.

Ce moyen, qui n'a jamais été indiqué jusqu'ici, consiste à promener le long de la colonne vertébrale un des rhéophores d'un appareil à courant continu. L'un des rhéophores est maintenu fixe à la partie supérieure de la colonne vertébrale, l'autre est glissé lentement de haut en bas. Il faut en même temps employer un courant moyen. Le courant, s'il n'y a point d'irritation spinale, n'est guère ressenti dans cette exploration, ou du moins la sensation qu'il détermine est la même, en quelque région que soient placés les

électrodes. Dans les cas contraires, le malade accuse en certains points une douleur assez vive et surtout une cuisson très forte. Lorsque la pression et le contact de l'eau chaude déterminent de la douleur dans une région quelconque, les courants continus agissent de même, ce qui démontre bien que c'est là une influence provoquée par des conditions pathologiques. Une autre preuve que ces sensations ne sont point une coïncidence ou un phénomène ordinaire, c'est qu'elles disparaissent lorsque le traitement est suivi de succès.

Il est indifférent d'employer pour cette exploration l'un ou l'autre pôle, car tous les deux provoquent cette même sensation. Le pôle positif assez souvent même, quoique en général il agisse moins énergiquement, détermine, au contraire dans ces cas, une impression plus forte.

Il faut promener le rhéophore des deux côtés de la colonne vertébrale, car les points douloureux sont rarement symétriques.

Dans les cas d'irritation spinale, c'est presque toujours vers la partie inférieure de la moelle qu'on trouve ces différents points douloureux; quelquefois cependant ils existent dans la partie dorsale et même cervicale. Leur nombre est très variable.

Dans d'autres affections de la moelle, dans la myélite chronique, même dans la sclérose des cordons postérieurs, on rencontre également des régions douloureuses au contact des électrodes.

C'est toujours un signe favorable, et qui indique une guérison prochaine, de voir la sensation douloureuse de ces points diminuer ou disparaître.

Voici quelques faits qui se rapportent à ce genre d'affection.

M. C..., âgé de trente-deux ans, ressent, depuis plusieurs mois, des douleurs le long du dos et surtout dans les reins; il a de la lassitude dans les membres, et un peu d'hyperesthésie généralisée. Par moments, il éprouve des fourmillements dans les jambes et principalement à la plante des pieds.

Du côté des voies urinaires, il n'y a qu'un peu d'excitation avec des envies fréquentes d'uriner et des spasmes après la miction.

Insomnies fréquentes, sommeil agité, caractère devenu irritable. Genre de vie peu régulier.

Nous appliquons sur la moelle un courant descendant de trente éléments, le pôle positif est placé sur les vertèbres cervicales, et, en promenant le pôle négatif le long de la colonne vertébrale, nous trouvons à droite, près de la neuvième vertèbre dorsale, un point douloureux et un autre du même côté, au niveau de la troisième vertèbre lombaire. A gauche, il n'y a qu'un seul point douloureux qui se trouve au-dessus de la troisième vertèbre lombaire.

Au bout de quatre séances, le point douloureux supérieur disparaît et les deux inférieurs ont diminué. En même temps, l'état général du malade s'améliore, le sommeil est meilleur, et la lassitude a disparu.

Au bout de la sixième séance, on ne retrouve que très difficilement les points douloureux, et le malade se trouve presque complètement remis. Le courant employé était toujours descendant, d'une durée de dix à douze minutes et d'une intensité de vingt à trente éléments.

M. L..., âgé de vingt-six ans, d'un tempérament assez délicat, qui depuis plusieurs mois a eu beaucoup de préoccupations morales et a été obligé de se livrer à des travaux intellectuels fatigants, accuse une excitation générale, une sorte d'agacement, de la faiblesse dans les membres.

Il ressent des fourmillements dans la jambe droite, et parfois de petites douleurs lancinantes et des engourdissements passagers de cette jambe.

Le jet d'urine ne se fait pas d'une manière suivie, et il semble que la vessie ne se vide jamais complètement.

Il y a par moments, et surtout après le repas, une plus grande dilatation de la pupille droite que de la pupille gauche. Le malade a lui-même remarqué ce symptôme et en a été très inquiété. La vue est normale. Nous conseillâmes d'abord, pour cette affection qui ne nous paraissait pas bien limitée, ni bien nette, l'hydrothérapie. Ce traitement, suivi pendant deux mois, ne détermina aucun changement, et c'est alors seulement que nous essayâmes l'emploi des courants continus.

En explorant la colonne vertébrale avec l'électrode positif et avec le négatif, nous rencontrons dans les deux cas une région très sensible au niveau des vertèbres lombaires et *uniquement à droite*. La sensation produite par un courant de quinze éléments n'est pas ressentie dans les autres points de la colonne vertébrale, tandis qu'en cet endroit elle est cuisante et insupportable. *Ni à la pression, ni avec l'eau chaude, on ne peut provoquer de douleur dans cette même région.*

Nous électrisons la moelle avec un courant descendant de trente-cinq éléments. Le pôle positif est placé sur les vertèbres cervicales, et le négatif au-dessus du point douloureux sur les vertèbres sacrées.

Au bout de cinq séances, on ne détermina plus de sensation particulière et douloureuse sur la région antérieurement si hyperesthésiée, et le malade se trouve en même temps très amélioré. Le traitement fut encore continué pendant quelque temps, et jamais en aucun point de la colonne vertébrale nous n'avons pu déterminer cette même douleur.

Dans cette observation, il est probable que l'affection, à cause de sa localisation dans une moitié du corps et des phénomènes du côté de la pupille, était due à une irritation des sympathiques.

M. M..., âgé de vingt-huit ans, employé, sans affection antérieure, souffre depuis quatre mois de crises nerveuses, qui se sont présentées la première fois sous la forme suivante : Étant à écrire, le malade sent tout d'un coup que le sang lui monte à la tête, et qu'il éprouve une sorte de vertige. En même temps, il ne peut plus remuer ni le bras gauche ni la jambe gauche. Il ne peut se lever.

Pendant près d'une heure, tout le côté gauche reste complètement anesthésié, il ne sent pas la piqûre d'une épingle.

Deux mois après, il est pris d'une même crise qui dure un quart d'heure, mais il ne perd pas connaissance. Pendant tout le temps de l'accès, il a remarqué que *la main gauche et le bras gauche sont devenus pâles et ont la chair de poule après l'accès. Ces mêmes parties et ces parties seules sont couvertes de sueur.*

A ces crises sont venus se joindre peu à peu des fourmillements persistant dans la main gauche, de la faiblesse des jambes, des constrictions à la gorge, la sensation d'une boule remontant de l'estomac vers le cou, des envies de vomir, et enfin par moments du tremblement dans tous les membres.

C'est dans ces conditions que le docteur Tenneson nous adressa ce malade, et, au bout de dix-sept séances (courants descendants), les crises, les fourmillements et tous les symptômes disparurent.

Six mois après, ce malade revient nous trouver, se plaignant de douleurs vagues dans les bras, de sueurs constantes dans les mains, et de légères douleurs du côté gauche de la tête. Il transpirait également très facilement de la tête, mais *uniquement du côté gauche.* — Nouvelle application des courants continus en agissant en même temps du côté du ganglion cervical supérieur. Amélioration très prompte, qui dure depuis cette époque. Il reste néanmoins toujours la même excitabilité nerveuse et passagèrement les phénomènes périphériques, résultant de cet état général.

Nous verrons dans un autre chapitre d'autres faits qui semblent également être la conséquence d'une affection du sympathique.

Les observations que nous venons de citer et auxquelles nous pourrions encore en ajouter d'autres, suffisent pour montrer les avantages que l'on peut tirer de l'emploi des courants continus. Mais ici, comme dans l'hystérie, et peut-être plus que dans cette dernière affection, il est important d'agir avec prudence et de n'employer que des appareils bien conditionnés. Il faut que l'action sur la peau soit aussi faible que possible et que la constance de la pile soit bien certaine. En un mot, il faut rejeter les appareils où l'on plonge plus ou moins et à volonté les métaux, car ces appareils ne sont pas bien constants; il en est de même pour les piles au bisulfate de mercure, etc. D'autres médecins ont peut-être été plus heureux que nous avec ces différentes piles, mais nous n'avons jamais pu obtenir un effet sédatif avec les appareils actionnés par ces piles, et il faut dans ces cas que l'électricité, au lieu d'être un excitant, soit un calmant, ce qui n'est possible que dans certaines conditions.

Chorée.

Avant d'étudier l'influence thérapeutique des courants électriques dans la chorée, nous allons examiner les phénomènes que présente cette affection au point de vue physiologique. Si nous reproduisons ces expériences *in extenso*, c'est principalement parce qu'en dehors des manifestations choréiques proprement dites, elles démontrent de plus : la pénétration des courants jusque dans les régions médullaires, et l'influence de la direction des courants. La méthode

graphique est, dans ces conditions, un contrôle indéniable.

Étude des mouvements choréiques.

Nos recherches expérimentales ont surtout été faites chez le chien qui présente très souvent des mouvements choréiformes. Chez trois chiens qui nous présentaient ce genre d'affection, les mouvements anormaux se voyaient dans les membres antérieurs, ils étaient plus marqués d'un côté que de l'autre (deux fois à gauche, une fois à droite); on remarquait toujours un ou plusieurs muscles spécialement atteints; dans un cas c'était le grand pectoral, dans un autre les extenseurs de la patte, dans un troisième la plupart des muscles de l'épaule.

Pour étudier les mouvements choréiques et les variations qui surviennent dans leur forme et leur intensité, sous certaines influences, nous avons employé la méthode graphique. L'animal étant fixé dans une gouttière, on multipliait les liens sur le membre choréique, de façon à s'opposer à tout mouvement, le tendon d'un muscle était mis à découvert et rattaché par un fil au levier enregistreur. Sur l'un des chiens dont les muscles extenseurs étaient presque exclusivement atteints, on se contentait de fixer le fil à un ongle de la patte, à demi fléchie.

Nous avons ainsi constaté que le plus ordinairement l'intensité des mouvements choréiformes croissait proportionnellement avec leur fréquence. Chaque mouvement, qu'il soit simple ou complexe, est suivi d'un repos complet dont la durée est sensiblement la même (fig. 125).

Il n'y a pas cependant isochronisme complet, comme on le voit dans les tracés lorsque le cylindre enregistreur tourne

rapidement; on apprécie alors plus aisément les distances qui séparent chaque contraction, et l'on reconnaît qu'elles ne sont pas absolument égales.

Cette apparence de régularité dans les mouvements nous a conduits à rechercher s'ils ne seraient pas en rapport avec le pouls et s'ils n'étaient pas sous l'influence de l'impulsion du sang, dont le choc pouvait ébranler les éléments nerveux de la moelle. Notre hypothèse parut d'abord se confirmer; en auscultant le cœur, nous crûmes trouver, surtout sur l'un des chiens, que chaque mouvement des membres choréiques coïncidait avec une pulsation cardiaque, mais nous avons voulu constater rigoureusement cette coïncidence.

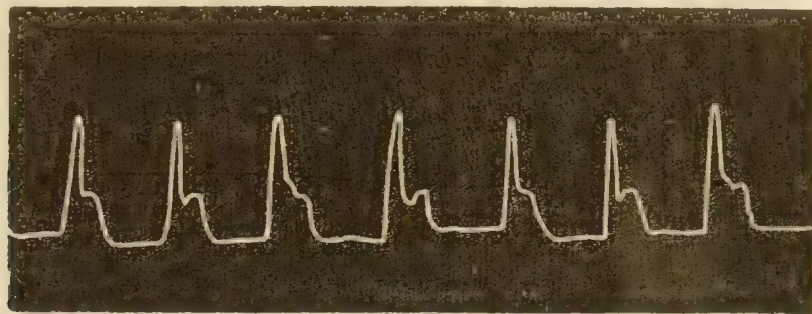


FIG. 125. — Contractions rhythmiques normales; le cylindre enregistreur exécute un tour par minute.

Voici comment nous avons disposé l'expérience : un manomètre enregistreur était adapté à l'artère fémorale du chien pendant que les muscles choréiques étaient fixés au levier qui nous servait à inscrire les mouvements; de la sorte, on pouvait prendre simultanément le tracé de la contraction et celui du tic choréique, et il nous a été facile de constater que, si dans certains cas il y avait accidentellement concordance plus ou moins complète, il y avait le plus souvent une dissemblance bien marquée; nous avons même remarqué que la rapidité des mouvements ne croissait pas en raison de l'augmentation du nombre des battements cardiaques.

Si l'on étudie séparément la forme de chaque mouvement choréique, on voit d'abord que ce mouvement est brusque, instantané; le retour au repos est aussi très rapide, mais moins brusque, quelquefois même il se fait en plusieurs temps; de sorte que les tracés enregistrés, en donnant à l'appareil un mouvement très lent, montrent une ligne d'ascension verticale et une ligne de descente légèrement oblique, devenant quelquefois très oblique à sa partie inférieure; le sommet est aigu ou légèrement obtus; fréquemment la descente est interrompue par une secousse plus

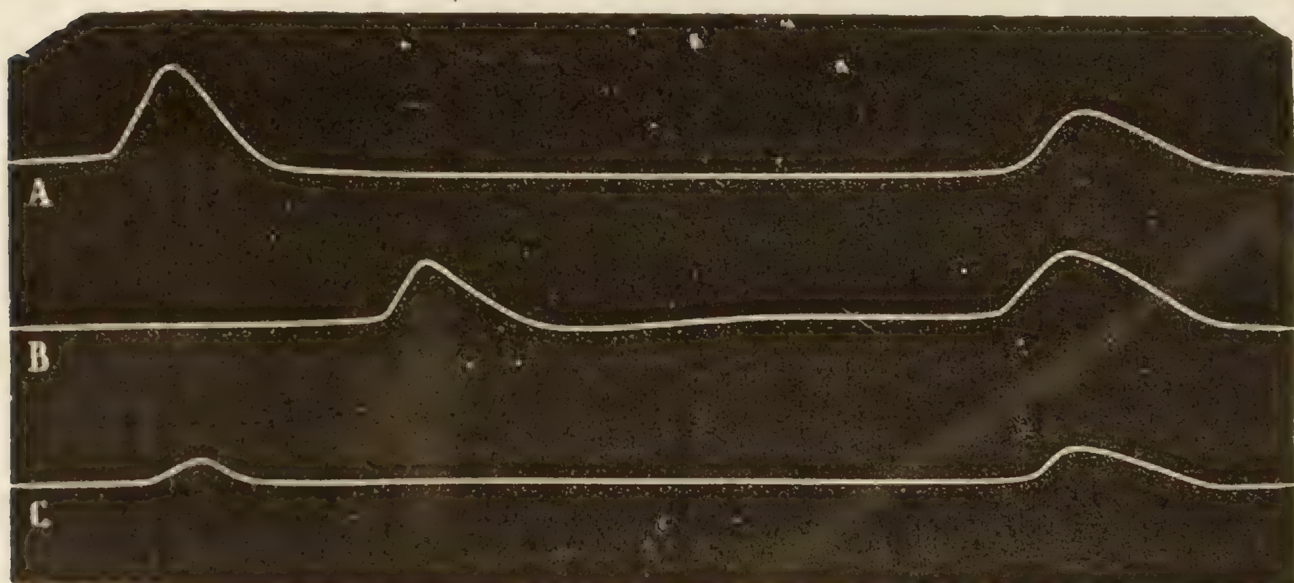


Fig. 126. — Le cylindre fait 45 tours par minute.

faible, qui la divise en deux parties distinctes, chaque grande contraction est alors doublée d'une contraction plus faible (Voy. fig. 125).

Si l'on imprime au cylindre une grande vitesse, on voit ordinairement une ligne d'ascension légèrement oblique, un sommet arrondi et une ligne de descente très oblique (fig. 126).

Dans les cas où le mouvement est plus violent, on trouve le sommet constitué par un plateau; c'est alors surtout que la descente s'effectue en plusieurs temps (fig. 127).

On remarquera que dans ce tracé la ligne d'ascension est

presque verticale, la contraction est brusque et puissante, la descente est au contraire lente et se fait en plusieurs fois. On voit également ce plateau très prononcé lorsque



FIG. 127. — Le cylindre fait 45 tours par minute.

l'ascension se fait exceptionnellement par une série de secousses, ce qui du reste est assez rare et ne se montre jamais avec une grande netteté ; on observe alors que les lignes

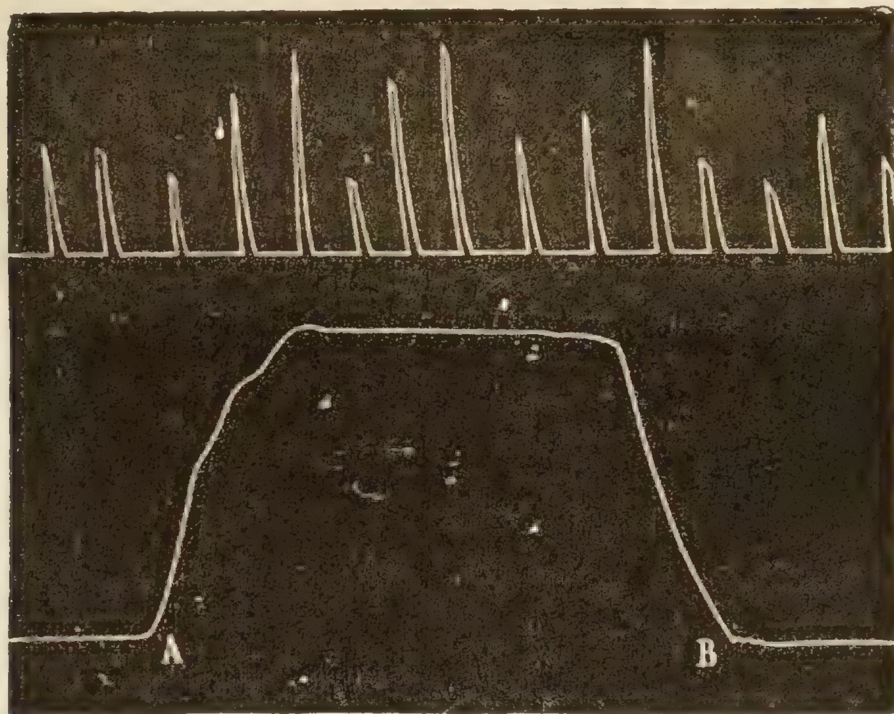


FIG. 128. — Pour le tracé supérieur, le cylindre fait un tour en une minute; pour l'inférieur, il fait 5 tours.

d'ascension et de descente sont réunies par une ligne droite qui indique une contraction tétanique durant un temps appréciable (fig. 128).

La contraction des muscles choréiques n'est donc pas tou-

jours identique; tantôt elle est unique et brusque, tantôt il y a une succession de mouvements qui s'ajoutent; en d'autres termes, nous aurions en premier lieu ce que Marey appelle les secousses musculaires, et en second lieu la contraction tétanique. Cette distinction est peut-être un peu subtile, car s'il n'est pas douteux que dans l'effort prolongé, comme sous l'influence de la faradisation, le mouvement résulte d'une série de secousses, ne peut-on pas admettre une contraction complète et instantanée du muscle et une contraction progressive. Ce que l'on observe dans le tic confirmerait cette manière de voir, puisqu'on trouve un passage insensible entre la secousse simple et les mouvements composés de séries de secousses.

Du reste, dans les muscles qui se contractent brusquement, comme pour le cœur, Marey a reconnu qu'il n'y avait pas de mouvements s'ajoutant les uns aux autres pour arriver au summum d'intensité, mais un mouvement unique; faut-il donc admettre que dans le cœur il n'y a pas de contractions réelles, mais seulement des secousses musculaires?

Détermination du siège anatomique de la chorée.

La section des nerfs qui se rendent aux muscles choréiques entraîne l'arrêt des mouvements; il ne peut donc être question de rechercher la cause des mouvements rhythmiques, soit dans les nerfs périphériques, soit dans les muscles. L'axe cérébro-spinal est seul en cause, et nous verrons qu'il est possible de localiser la chorée dans la moelle et même dans certaines portions de la moelle.

Plusieurs expérimentateurs ont signalé la persistance des mouvements rhythmiques après la section transversale de

la moelle. Chauveau, ayant coupé la moelle d'un chien choréique au niveau de l'espace altoïdo-occipital, constata que l'animal, entièrement privé des mouvements volontaires éprouvait les mêmes violentes secousses choréiques qu'avant l'opération. Carville et Bert ont présenté à la Société de biologie des observations analogues.

Non seulement nous avons constaté les mêmes effets après la section de la moelle, mais nous avons utilisé ce procédé spécialement pour nos recherches sur l'action des courants électriques, où il est nécessaire de se mettre à l'abri des mouvements volontaires; nous avons conservé trois ou quatre heures des chiens choréiques dont la moelle était coupée vers la région cervicale supérieure (au niveau de la troisième ou quatrième vertèbre). Pendant ce temps, les animaux, qui respiraient très difficilement et qui cessaient même complètement de respirer dans les premiers instants qui suivaient la section de la moelle, étaient soumis à la respiration artificielle au moyen d'un tube placé dans la trachée. Immédiatement après l'opération, les mouvements choréiques sont d'abord ralentis, et dans un cas ils ont cessé complètement pour reparaître spontanément après quatre ou cinq minutes. Ils se maintiennent dès lors tant que l'animal n'est pas très affaibli. Si l'on arrête la respiration, la chorée ne tarde pas à décroître, les mouvements sont moins forts et moins fréquents, ils disparaissent complètement au bout d'une à deux minutes et se montrent de nouveau progressivement dès qu'on insuffle de l'air.

La chorée n'est donc pas sous l'influence directe du cerveau, l'expérimentation le démontre nettement; il n'est pas douteux cependant que les pathologistes aient vu la chorée se développer à la suite de certaines lésions de l'encéphale hémorrhagie, ramollissement). Nous pensons que les con-

nexions intimes qui unissent les celulles nerveuses cérébrales et les cellules médullaires expliquent suffisamment l'influence des premières sur les secondes, et l'excitation pathologique de la moelle après une lésion cérébrale. Nous avons constaté cette action éloignée du cerveau sur les mouvements choréiques dans quelques expériences; les caresses modifient momentanément les contractions rhythmiques, il en est de même de la peur. Dans la figure 129, un chien craintif étant attaché sur une table et parfaitement calme, on frappe avec force sur une lame métallique, de façon à produire un grand bruit; les contractions, très fortes d'abord, cessent



Fig. 129. — Le cylindre fait un tour par minute.

pendant un temps assez court (de A à B), puis elles se rétablissent; lorsque l'animal s'est habitué au bruit, on n'obtient plus les mêmes effets, il y a au contraire augmentation des mouvements.

On sait que, pendant le sommeil, l'agitation choréique cesse, ce qui prouve bien qu'il y a repos des éléments médullaires et des éléments cérébraux; la moelle sommeille comme le cerveau.

Les anesthésiques agissent de la même manière que le sommeil normal et permettent de suivre la décroissance progressive des contractions. Après avoir injecté $3^{gr},50$ de chloral hydraté dans le rectum d'un chien choréique, nous

avons obtenu une série de tracés (fig. 130) dans lesquels on voit l'amplitude des mouvements décroître peu à peu. On obtient enfin une ligne droite, c'est-à-dire que tout mouvement cesse sans que pour cela les contractions volontaires soient suspendues; si l'on pince l'animal, il crie et s'agite.

Pour la figure 130, le nombre des mouvements augmente dans les deux derniers tracés à mesure que l'amplitude décroît, mais lorsque l'absorption du chloral est plus avancée, le nombre diminue notablement.

Ainsi, en supprimant le cerveau, on ne fait pas cesser les

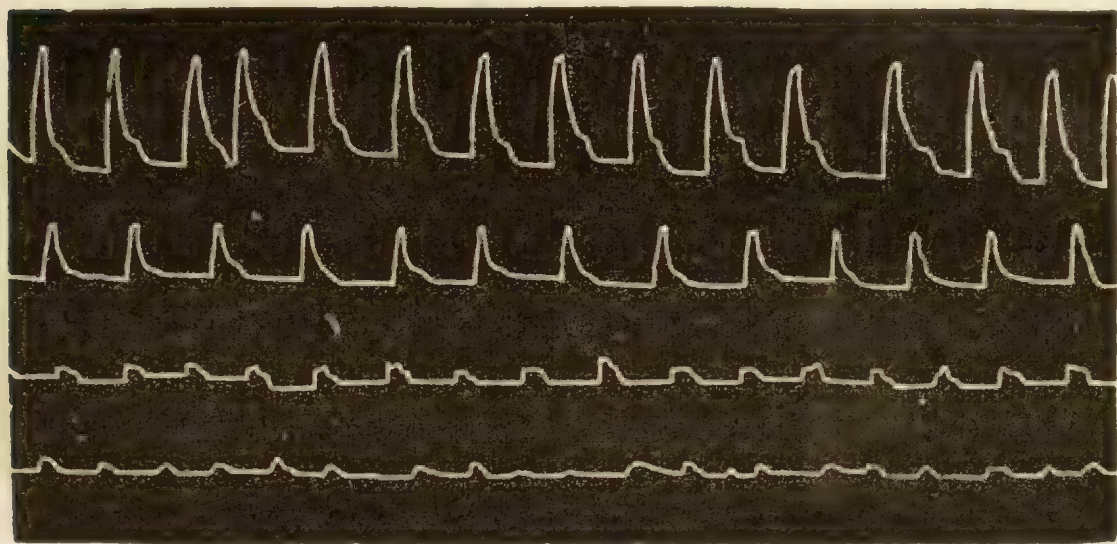


Fig. 130. — Le cylindre fait un tour par minute.

mouvements choréiques; d'un autre côté, en donnant les anesthésiques, dont l'action se porte plus spécialement sur les cellules sensitives de la moelle, on abolit les mouvements, ce qui laisse déjà supposer que ces cellules ou les nerfs qui en dépendent sont le siège de la maladie.

Sur deux de nos chiens choréiques, dont les mouvements rhythmiques affectaient l'un des membres antérieurs, nous avons mis la moelle à découvert sur une longueur de 2 décimètres, en partant de la troisième vertèbre cervicale. Nous avons noté d'abord qu'après l'opération il y avait un affaiblissement marqué des mouvements qui se rétablissaient

peu à peu par le repos. Si, dans ces conditions, on venait à exciter légèrement les cordons postérieurs en promenant le dos d'un scalpel à leur surface, les contractions devenaient énormes, comme on le voit dans notre figure 131, qu'il faut comparer au tracé normal de la figure 125. Peu à peu la moelle exposée à l'air se refroidissait, les mouvements s'affaiblissaient et disparaissaient même entièrement; pour les rétablir, il suffisait de rabattre les couches musculaires sectionnées et de recouvrir la moelle, mais on obtenait un résultat bien plus prompt et plus marqué en la réchauffant artificiellement au moyen d'éponges imbibées d'eau chaude.

Après ces constatations et divers essais d'électrisation sur

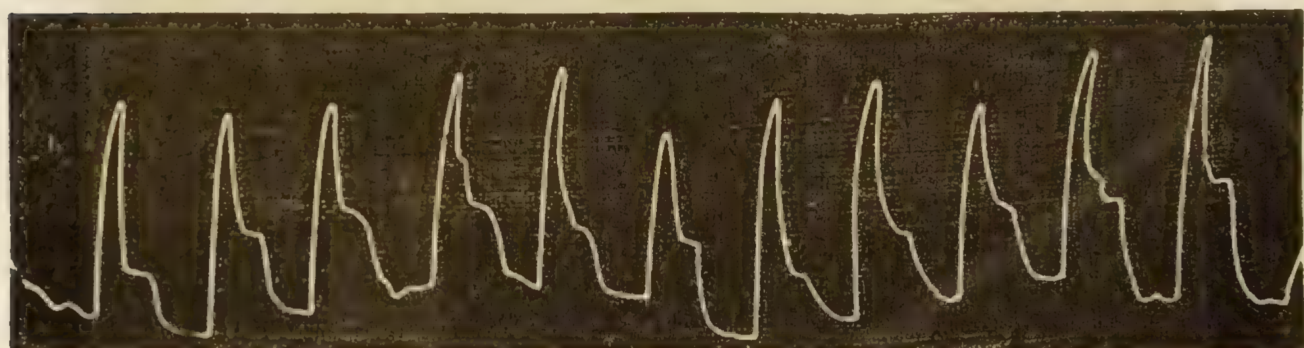


FIG. 131. — Le cylindre fait un tour par minute.

lesquels nous reviendrons plus loin, nous avons sectionné les racines postérieures du côté choréique, sur l'un des chiens dont la moelle était séparée du cerveau; cette expérience a été tentée déjà par Bert (*Leçons sur la respiration*), et nous avons obtenu le même résultat, c'est-à-dire que les mouvements rhythmiques n'ont pas disparu (fig. 132); ils avaient notablement diminué d'intensité, la contraction était moins brusque et durait plus longtemps, comme on le voit sur le tracé; nous devons dire que l'animal était soumis à la respiration artificielle depuis plus d'une heure et se trouvait très affaibli. Du reste, il importe peu que ces mouvements soient faibles; ce qu'il est utile de constater, c'est qu'ils

persistent avec leur rhythme habituel après la section des racines postérieures, et que par conséquent ils ne sont point sous l'influence des nerfs périphériques.

Nous avons, sur un autre chien, sectionné la moelle sur la ligne médiane, et les mouvements ont continué; puis, avec des ciseaux courbes, nous avons excisé une partie des cornes et des cordons postérieurs; les contractions rhythmiques sont devenues plus faibles, il semblait même qu'elles avaient cessé dans quelques points; ce n'est qu'en excitant profondément la région postérieure, que nous avons suspendu tous les mouvements choréiques qui dépendaient de la portion de moelle en expérience; les secousses choréiques



FIG. 132. — Le cylindre fait un tour par minute.

n'ont point cessé dans les muscles innervés par le tronçon de moelle demeuré intact.

Il est donc permis d'affirmer que le siège de l'affection choréiforme se trouve dans les cellules nerveuses de la corne postérieure ou dans les filets qui unissent celles-ci aux cellules motrices. Nous verrons que l'expérimentation, au moyen des courants électriques, confirme ces déductions.

Influence des courants électriques sur les mouvements choréiformes.

Nous avons multiplié les expériences au moyen des courants électriques de sources diverses, nous n'insisterons que sur celles qui ont une importance capitale dans la question qui nous occupe.

Les courants d'induction étant dirigés sur le membre choréique ou mieux encore un des pôles étant appliqué à l'extrémité du membre et l'autre sur le dos de l'animal, il survient une contraction tétanique qui abolit complètement les mouvements rhythmiques lorsque le courant est fort; avec un courant très faible, si faible qu'on le supporte sur la langue, on détermine un certain degré de contracture qui, sans abolir complètement les mouvements, les modifie et les rend faibles et irréguliers (fig. 133). Cette figure, qui représente imparfaitement ce que nous venons de décrire et ce que nous avons vu plusieurs fois, montre au contraire très bien que les contractions sont plus faibles après la

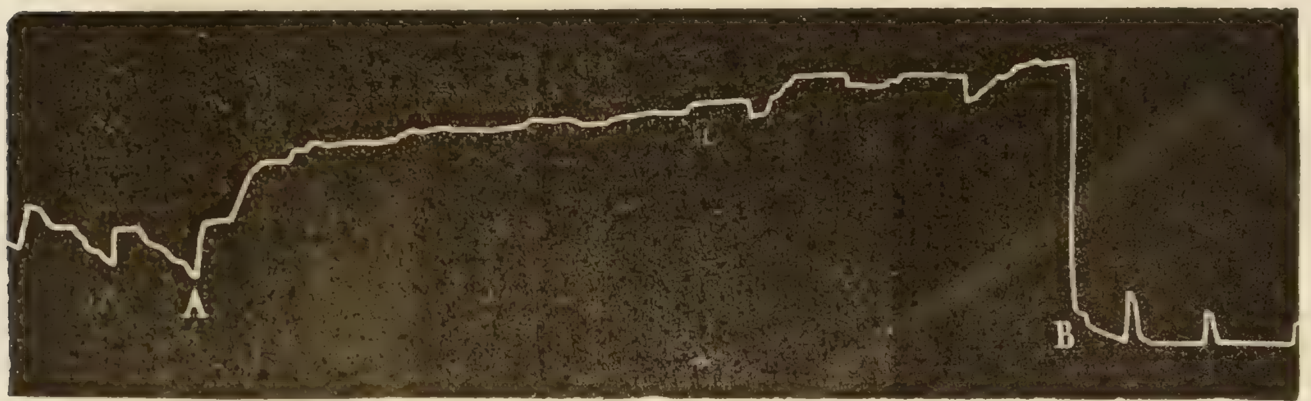


Fig. 133. — Le cylindre fait un tour par minute.

cessation du courant qu'avant son passage. Nous avons toujours remarqué qu'une série de contractions puissantes ou de convulsions tétaniques des muscles était suivie d'un calme relatif, excepté dans les cas où l'on agit directement sur la moelle, ainsi que nous le dirons bientôt.

Les courants continus appliqués sur le membre choréique nous ont donné, dans tous les cas, une diminution dans l'intensité des contractions. Quelle que fût la direction du courant, on voyait les mouvements s'affaiblir et en même temps leur fréquence augmentait.

L'électrisation directe ou indirecte de la moelle devait nous donner les résultats les plus intéressants.

Sur nos chiens dont la moelle à découvert était sectionnée transversalement à sa partie supérieure, nous avons cherché d'abord l'influence directe des courants continus fournis par huit piles Remak; le canal rachidien était ouvert sur une longueur de $0^{m},2$ dans la région d'où émergeaient les nerfs qui se rendaient au membre choréique; les pôles étaient appliqués aux deux extrémités de la région découverte à la surface de la partie postérieure de la moelle, les rhéophores étaient préalablement placés, et au moyen d'un commutateur on établissait le circuit sans toucher de nouveau à la moelle.

Au commencement du tracé 134, on reconnaît les contrac-

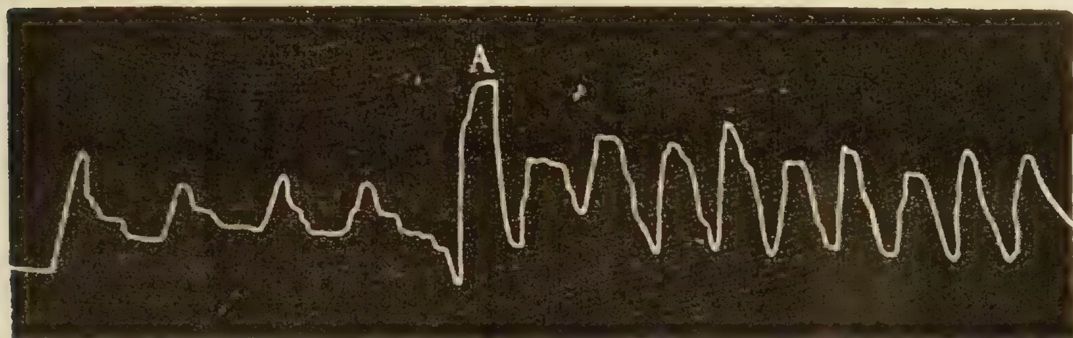


Fig. 134. — Le cylindre fait un tour par minute.

tions normales; au point A, qui devrait être placé en bas, on fait passer un courant ascendant, c'est-à-dire que le pôle négatif est placé du côté de la section faite près du bulbe, et le pôle positif vers l'extrémité inférieure de la partie ouverte; immédiatement, les contractions augmentent de nombre et d'intensité, elles durent plus longtemps, ce qui est indiqué par un plateau qui réunit les lignes ascendantes et descendantes; en outre, il n'y a presque plus de repos. Dès qu'on interrompt le courant, l'amplitude des oscillations diminue et devient plus faible même qu'avant l'électrisation. Si, à ce moment, on change la direction, on voit (fig. 135) que le courant descendant au point A, après

avoir déterminé une brusque secousse, donne des contractions plus faibles; en B, on arrête l'électrisation et les contractions augmentent. En continuant plus longtemps le courant descendant sur la moelle, on remarque toujours la faiblesse et la rareté des mouvements rhythmiques (fig. 136). Dans ces expériences, nous ne sommes pas arrivés à arrêter

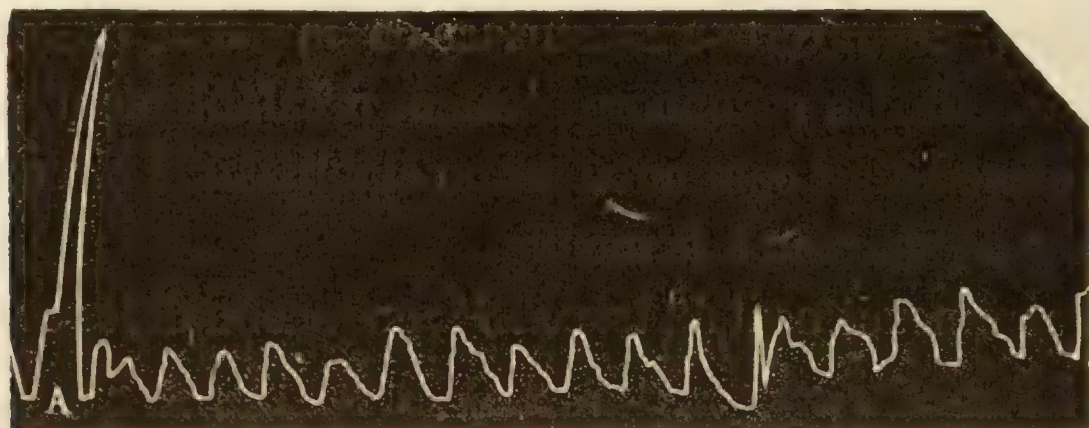


Fig. 135. — Le cylindre fait un tour par minute.

complètement les mouvements; il est vrai que nous n'avons jamais employé plus de quinze piles Remak.

Ainsi, pendant le passage du courant ascendant appliqué

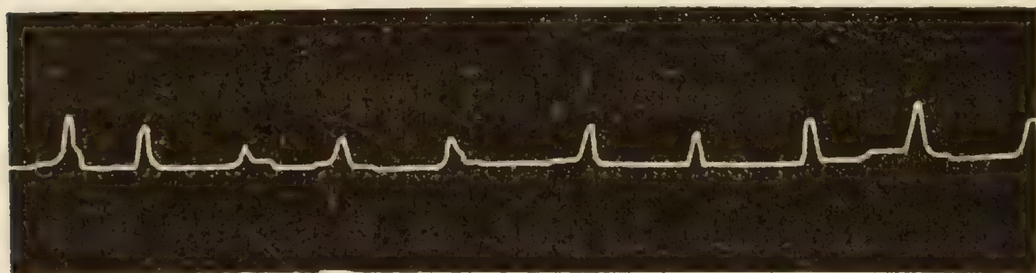


Fig. 136. — Le cylindre fait un tour par minute.

à la partie postérieure de la moelle, il y a augmentation des contractions; à la rupture on trouve, au contraire, une diminution; avec le courant descendant, c'est l'inverse. Nous avons insisté bien des fois sur l'importance de la direction du courant, et nos observations dans ces cas de mouvements choréiques confirment tout ce que nous avons dit à cet égard; c'est donc à tort que l'on attribue au contact du

pôle positif ou négatif des effets physiologiques différents que l'on doit rapporter au sens du courant. Nous en avons eu la preuve en répétant l'expérience précédente d'une autre façon. Sur le chien dont la moelle était à découvert et sectionnée en haut, nous avons appliqué les pôles non plus directement sur la moelle, mais aux extrémités de l'animal, dans la gueule et dans le rectum, et les modifications du mouvement sont survenues comme dans le cas où l'électricité était portée sur la moelle mise à nu.

Dans le tracé 137, les contractions normales sont faibles; au point A, on fait passer un courant ascendant par tout le

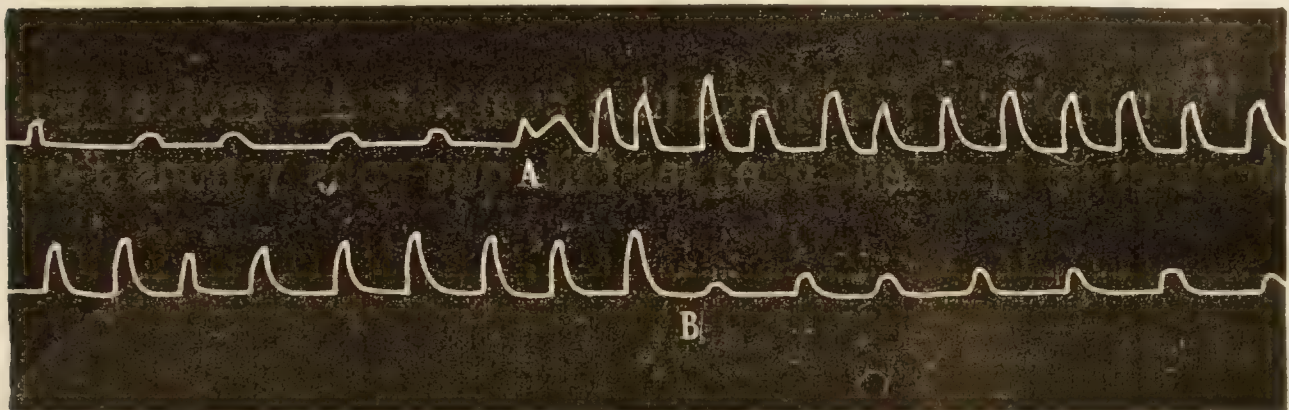


FIG. 137. — Le cylindre fait un tour par minute.

corps de l'animal, l'augmentation du nombre et de l'intensité des mouvements rhythmiques apparaît clairement, l'effet se continue sur la seconde ligne jusqu'en B, où l'on interrompt le circuit. Nous avons répété cette expérience un grand nombre de fois et toujours avec le même succès; souvent même, lorsque les mouvements s'arrêtaient complètement, soit sous l'influence d'un poison, soit à la suite de l'affaiblissement progressif de l'animal, nous avons pu, par ce moyen, ranimer la contraction rhythmique.

Dans le tracé 138, un courant descendant appliqué aux extrémités du chien détermine, comme on devait s'y attendre, une diminution notable des mouvements, l'électri-

sation commence en A et finit en B. On le voit donc, il est impossible d'admettre ici autre chose que l'influence de la direction du courant qui agit à la façon du chloral lorsqu'il

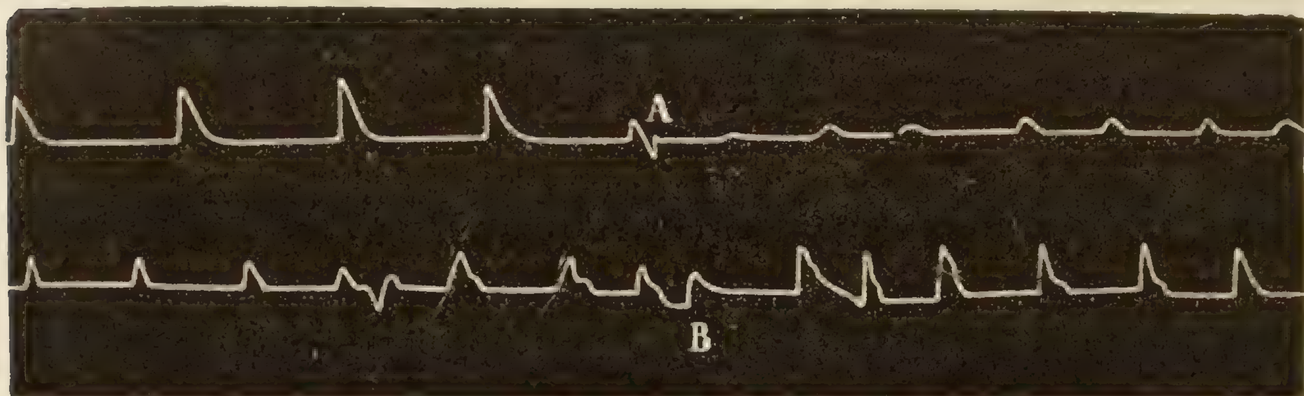


FIG. 138. — Le cylindre fait un tour par minute.

est descendant, et comme la strychnine lorsqu'il est ascendant.

Pour montrer l'indépendance complète des racines postérieures de la moelle dans les faits que nous venons d'étu-

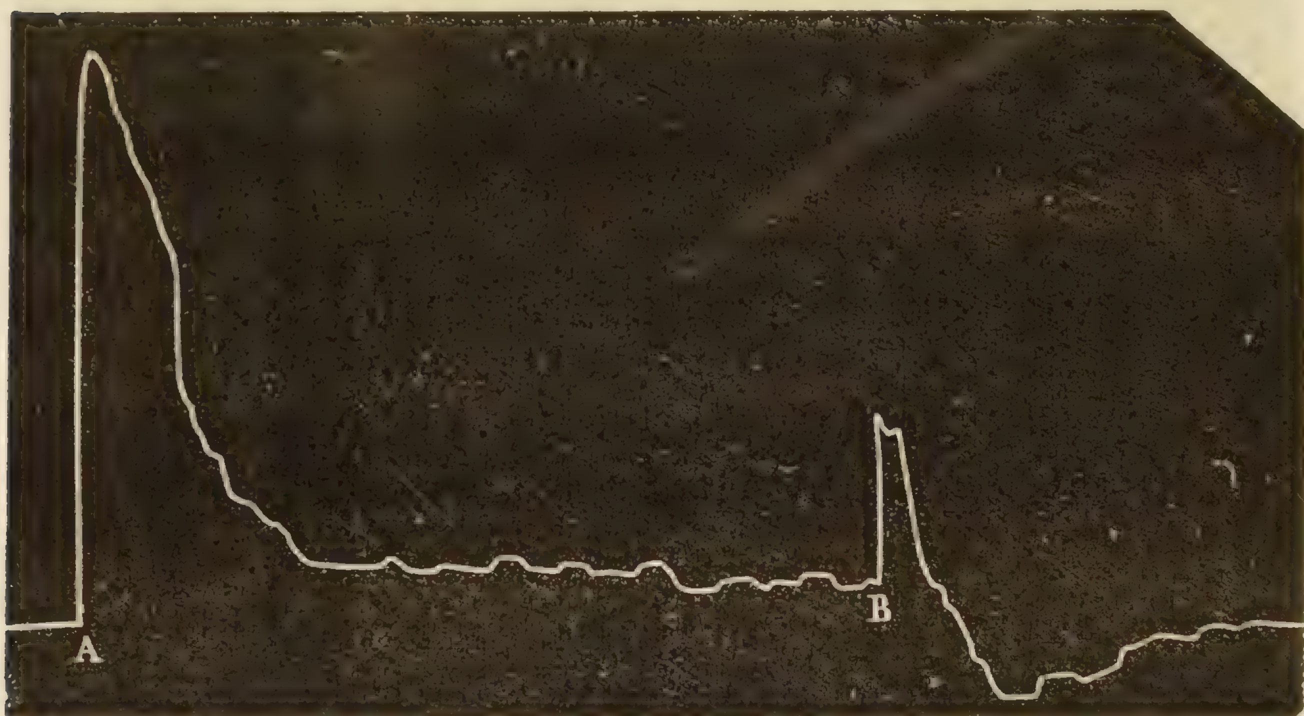


FIG. 139. — Le cylindre fait un tour par minute.

dier, nous avons sectionné ces racines et nous avons attendu que l'affaiblissement de l'animal fît cesser les contractions; le passage du courant ascendant étant alors établi comme ci-dessus (fig. 139), au point A, nous voyons une brusque

ascension succéder à la ligne droite du repos, puis après cette secousse on enregistre des mouvements rhythmiques qui sont faibles à la vérité, mais il faut bien noter qu'on n'observait aucune contraction avant l'électrisation. A l'interruption du courant en B, on constate de nouveau une petite secousse, les mouvements continuent quelque temps, puis ils s'éteignent.

Le tracé suivant (fig. 140) nous montre les effets du courant descendant dans les mêmes circonstances. L'instrument enregistreur donnait une ligne droite. On électrise en A et après une brusque secousse on a quelques légères contrac-

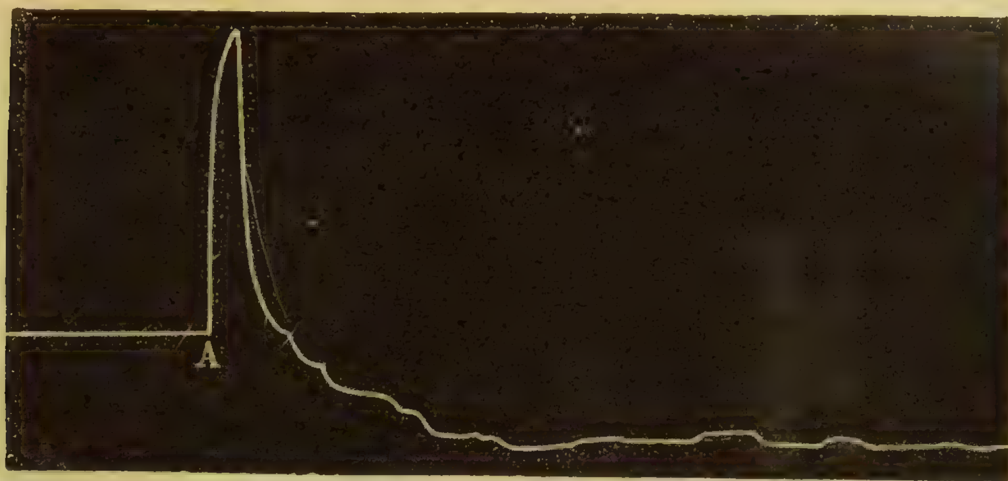


FIG. 140. — Le cylindre fait un tour par minute.

tions plus faibles que dans le précédent tracé, puis une ligne droite qui n'est pas indiquée dans la figure; en cessant l'électrisation, il y a quelquefois de nouveau quelques oscillations et l'immobilité reparaît.

Nous ne voulons point dire cependant que l'excitation des racines postérieures n'ait aucune influence sur l'intensité de la chorée, nous allons voir le contraire; mais si elle peut modifier le mouvement, elle n'est pour rien dans sa production.

Sur un de nos chiens, dont le canal rachidien est ouvert et qui est sous l'influence d'une légère dose de chloral, nous soulevons une racine postérieure, un mince fil de platine

est glissé dessous et un autre placé au-dessus, de façon qu'ils ne se trouvent pas exactement dans le même plan; on met les fils de platine en rapport avec un appareil d'induction qui donne un courant extrêmement faible. Dès que le courant passe (fig. 141) au point A, il y a une secousse très vive; on continue l'excitation pendant un quart de minute; dans la figure, on a indiqué cette période, dont l'enregistrement donne une ligne droite par une série de points; quand on cesse, le tracé descend au niveau primitif et les oscillations reparaissent; les premières sont déjà plus fortes que celles qui ont précédé l'électrisation, mais elles acquièrent au point B une énergie remarquable. Cette expérience vient ajouter une nouvelle preuve à la localisation de la chorée dans les cornes postérieures; l'excitation des racines postérieures se transmet aux cellules sensitives en déterminant une exagération anormale de la fonction.

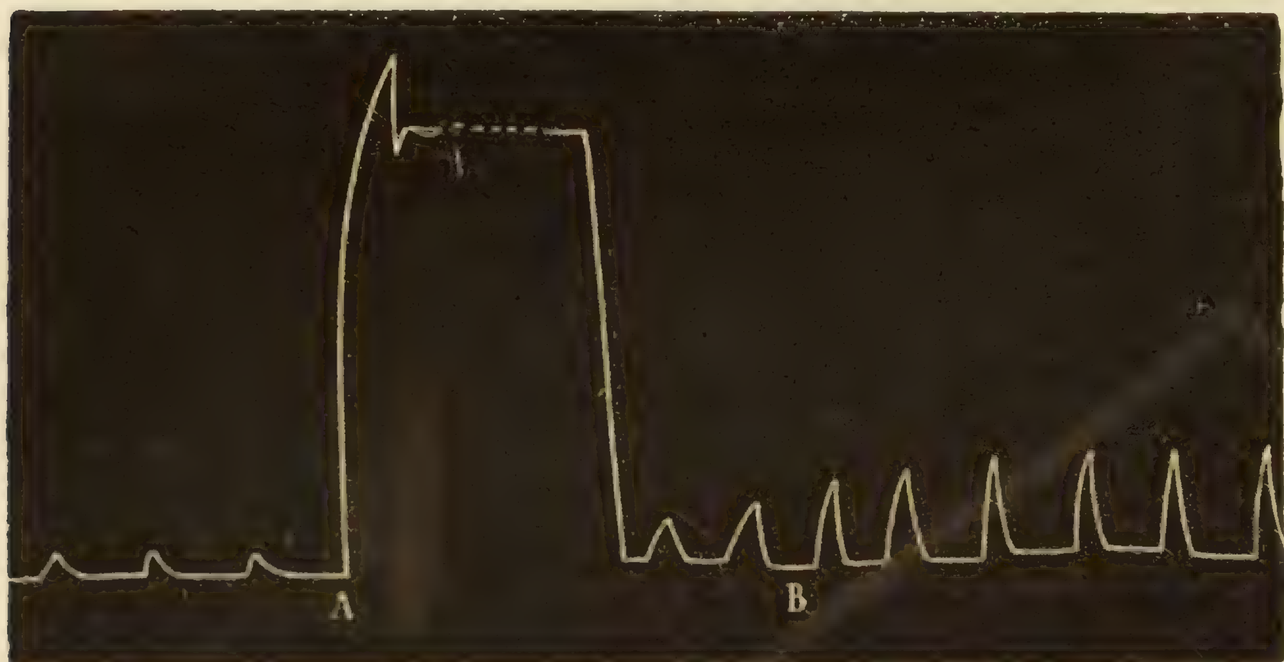


FIG. 141. — Le cylindre fait un tour par minute.

Nous avons obtenu des résultats analogues en électrisant de la même façon une portion des cordons postérieurs de la moelle.

Il est utile de *rapprocher les phénomènes que l'on observe*

dans la chorée, de ceux que l'on peut constater sur les battements du cœur. Dans les deux cas, une émotion vive arrête pendant quelque temps les mouvements qui aussitôt après reparaissent plus forts et plus précipités; la chaleur fait reparaître les contractions arrêtées par le froid. Les courants induits d'intensité moyenne abolissent complètement les mouvements ; un courant faible n'abolit pas les mouvements, mais les rend irréguliers ; après l'excitation électrique, les contractions sont quelque temps plus faibles, et après une série de contractions plus fortes, il y a un calme relatif. L'analogie de ces phénomènes pourrait être poursuivie plus loin, et elle indique dans tous les cas, qu'il y a un ensemble de mouvements qui, dès qu'ils prennent la forme rhythmique, sont modifiés de la même façon par les excitants. Nous reviendrons sur ces faits dans le chapitre consacré à l'électrisation des pneumo-gastriques.

Pour terminer, nous dirons quelques mots de l'emploi du galvanomètre, qui d'ailleurs nous apprend peu de chose sur les contractions choréiques. Des aiguilles de platine, placées l'une dans la profondeur et l'autre à la surface des muscles atteints de secousses, ont amené une déviation semblable à celle que nous obtenions sur des muscles au repos; il est vrai que dans les membres choréiques la contraction et le repos se succédaient si rapidement qu'il était difficile d'avoir une déviation en sens contraire de l'aiguille du galvanomètre au moment de la contraction, en tout cas il n'y avait pas la moindre oscillation. En enfonçant une aiguille dans un muscle choréique et une autre dans un muscle immobile sur le même animal, et mettant en communication les deux aiguilles avec le galvanomètre, la déviation qui survenait semblait indiquer que les muscles choréiques étaient positifs par rapport aux autres.

L'examen microscopique de la moelle de ces chiens ne nous a rien appris sur l'anatomie pathologique de cette singulière affection; nous avons seulement remarqué que les régions médullaires d'où partaient les nerfs des membres choréiques étaient plus congestionnées, mais nous n'oserions affirmer que c'est là une lésion constante.

Recherches thérapeutiques.

Le premier cas humain de chorée que nous avons eu l'occasion de traiter est le suivant :

Mlle L..., âgée de dix-neuf ans, ouvrière dans la chapellerie, a été prise pour la première fois, au mois d'octobre 1864, de phénomènes choréiques. Cette affection s'est prolongée très violemment pendant tout l'hiver. Les règles, qui apparaissaient régulièrement depuis un an, cessèrent en même temps, et ne revinrent qu'au printemps, lorsque la chorée eut disparu.

En automne, la chorée reparut très forte et ne dura que quinze jours. Mais après cette seconde atteinte, la malade éprouva des douleurs musculaires et articulaires, même pendant l'été qui suivit. La chorée revint en hiver, dura quelques jours et disparut tout d'un coup.

Enfin, la quatrième année a été la plus forte et la plus persistante ; elle a commencé au mois d'octobre 1867, et s'est prolongée jusqu'au mois de février 1868, époque à laquelle nous vîmes la malade. Les mouvements choréiques avaient existé au début dans tous les membres, mais ils s'étaient bientôt localisées dans le bras droit et dans la jambe droite. Le mouvement pour le bras consistait dans un soulèvement brusque de l'avant-bras et surtout dans des mouvements incoordonnés du pouce et de l'index. Dans la jambe, les extenseurs étaient affectés, et le pied se trouvait soulevé et dévié en dehors à chaque instant.

La malade avait déjà subi plusieurs traitements; elle avait pris du bromure de potassium, des bains sulfureux (40 bains), des toniques, etc. Avant de commencer le traitement électrique, nous lui fîmes prendre pendant dix jours 30 grammes de bromure de potassium, sans obtenir le moindre résultat. Nous essayâmes alors l'emploi des courants continus, et pour électriser en même temps toutes les parties affectées, nous plaçâmes un des pôles dans la main droite et l'autre sur le pied droit. Croyant fermement que le courant descendant ou centrifuge devait être employé dans ce cas, car il est calmant, nous mettions dans la main le pôle positif et près

du pied le pôle négatif. Nous avions ainsi un courant allant du bras à la jambe, et par conséquent ascendant pour le bras seulement, et descendant pour la moelle et la jambe. Au bout de quatre séances, le bras était complètement guéri, et les mouvements choréiques n'existaient plus que dans la jambe. Aux séances suivantes, nous mettions un pôle sur la partie lombaire de la moelle et l'autre sur les nerfs sciatiques, et comme nous étions toujours persuadé que nous devions agir avec le courant qui, d'après nos recherches, diminuait et empêchait même les actions réflexes, nous nous servions constamment d'un courant descendant. Au bout de six séances de ce mode d'électrisation, ne voyant aucun changement et comparant ce résultat peu satisfaisant avec le succès que nous avions obtenu du côté du bras, où nous avions été obligé d'employer un courant ascendant, nous fîmes passer sur le nerf sciatique un courant ascendant, et, fait remarquable, au bout de deux séances, la jambe fut également complètement guérie. La malade reprit son travail, et, depuis cette époque, la guérison s'est maintenue.

Les courants employés étaient de force moyenne et le minimum d'application de quinze minutes. En moyenne, la durée de l'électrisation était de vingt-cinq à trente minutes.

Ce qui, à notre avis, rend cette observation instructive, c'est que nous avions été conduit par des idées purement théoriques, à employer dans le commencement du traitement un procédé défectueux, ou, tout au moins, moins efficace. Croyant, avec la plupart des médecins, que dans la chorée il fallait chercher à modérer les centres nerveux, nous avions employé avec persistance un courant descendant qui a la propriété d'empêcher ou tout au moins de diminuer les actions réflexes.

Le hasard presque nous a forcé à reconnaître notre erreur, et nous avons pu constater ainsi que le courant qui agissait avec le plus de succès dans certains cas de chorée était celui qui, au contraire, augmentait l'excitabilité de la moelle.

Mlle C..., âgée de onze ans, est atteinte de chorée depuis deux ans et demi. Pas de maladie antérieure. Pas de rhumatisme. Les mouvements choréiques, au lieu d'apparaître en automne ou en hiver, comme c'est la

règle, apparaissent au printemps et cessent en automne. La première attaque choréique a eu lieu au commencement du mois de février 1867, elle s'est prolongée jusqu'à la fin du mois d'août. La seconde attaque a eu lieu à la fin du mois de février 1868, et a également duré tout l'été. La dernière, enfin, a commencé au mois d'avril 1869. La malade a été traitée successivement par les bains sulfureux, le bromure de potassium, l'arsenic, l'hydrothérapie.

Les mouvements choréiques existent très forts dans tous les membres, mais ils sont plus prononcés dans les membres du côté droit; la marche est très difficile et ne peut être longtemps prolongée ; la parole est embarrassée, et quelquefois même impossible, etc.

A la première séance d'électrisation, nous appliquâmes un courant de vingt éléments Remak sur la colonne vertébrale ; durée quinze minutes. Courant ascendant. L'état reste le même pendant l'électrisation et après l'électrisation.

Il y a, vers le soir, un peu plus d'agitation.

Le surlendemain, pendant la seconde séance, les mouvements choréiques se calment au moment de l'électrisation ; mais ils paraissent plus prononcés aussitôt après, et la malade, pendant toute la soirée, est très agitée, plus agitée même qu'avant le traitement. La nuit est bonne, et le lendemain matin la malade est très calme ; les mouvements choréiques ont beaucoup diminué, la marche devient plus facile, la parole plus aisée.

Pendant la troisième séance, les mouvements choréiques sont fort peu prononcés, mais ils reviennent très énergiques quelques heures après l'électrisation, et disparaissent de nouveau le lendemain matin. La mère elle-même remarque qu'après chaque séance sa fille paraît plus agitée, mais l'agitation passée, elle paraît presque guérie.

Pendant la quatrième séance, nous employâmes un courant descendant, appliqué également sur la colonne vertébrale. Pas ou presque pas de mouvements choréiques pendant la séance; la malade est calme le restant de la journée, mais le lendemain l'état est moins bon.

Cinquième séance : courant ascendant. Absence de mouvements choréiques pendant l'électrisation; mais, quelques heures après, les mouvements choréiques reparaissent dans tous les membres, et augmentent encore d'énergie le lendemain.

A partir de ce moment, nous employâmes de nouveau le courant ascendant; vingt-cinq éléments; durée, vingt à vingt-cinq minutes. Au bout de sept séances d'électrisation de ce genre, la malade est rétablie ; il n'y a plus que très rarement quelques soubresauts musculaires, mais les mouvements sont coordonnés, la marche est facile et la parole est complètement revenue. L'agitation qui suivait l'application des courants ascendants n'existe plus, et l'enfant reste calme pendant et après l'électrisation.

Dans l'observation suivante, nous avons également con-

staté une sorte de recrudescence quelques heures après l'application d'un courant ascendant; mais le lendemain, l'état de la malade était beaucoup amélioré, et la guérison dans ce cas fut très rapide, malgré l'intensité de la maladie.

Mlle F..., âgée de seize ans, blanchisseuse, a été prise d'une frayeur très grande pendant l'époque de ses règles. Les menstrues ont été supprimées immédiatement et n'ont pas reparu depuis.

Quelques jours après surviennent des étouffements, des crises nerveuses, et tous les symptômes qui caractérisent l'hystérie. Ces symptômes disparaissent peu à peu, mais deux mois après surviennent des douleurs dans les deux genoux et des mouvements incoordonnés de tous les membres. En même temps, la malade ne peut plus marcher que très difficilement et a la jambe embarrassée.

Ces phénomènes augmentèrent de jour en jour, et lorsque nous commençâmes le traitement par le courant continu, la malade ne pouvait plus saisir aucun objet. Elle laisse tomber ceux qu'on lui met entre les mains. Tous les muscles de la face présentent des contractions irrégulières; les lèvres remuent constamment; la langue est projetée subitement en avant; toute la tête est par moment entraînée à droite et à gauche. Les muscles de l'épaule et du bras accentuent les mouvements les plus irréguliers; les membres inférieurs sont moins affectés.

Première séance : électrisation de la moelle avec courant ascendant de dix éléments; durée, quinze minutes. Pas d'effet appréciable.

Deuxième séance : même application. Le soir, un peu plus d'excitation, mais le lendemain l'état général est meilleur.

A la troisième séance, nous augmentons l'intensité du courant, et, quelques heures après, tous les symptômes paraissent aggravés; la marche devient impossible, la parole, qui était très embarrassée, s'est presque éteinte. Le sommeil arriva plus tard que les autres jours, mais le lendemain tous ces symptômes avaient disparu en grande partie. Nous continuâmes, malgré cela, le même traitement. L'excitation fut très faible et de courte durée après la quatrième séance. Le cinquième jour, la parole et la marche étaient complètement rétablies, les mouvements moins violents, et au bout de douze séances la guérison fut complète.

Nous devons à l'obligeance du docteur Ordenstein, l'observation suivante, qui est très intéressante, surtout comme rapidité de guérison complète.

Mlle G. S..., âgée de dix ans, sans maladie antérieure, d'une très forte constititution et née de parents parfaitement sains, fut prise, le 4 juin 1868,

d'un rhumatisme articulaire. L'affection débuta par le poignet de la main droite et s'étendit rapidement dans plusieurs autres articulations; les deux épaules et les deux genoux furent pris, mais l'arthrite la plus douloureuse et la plus opiniâtre fut celle de l'articulation tibio-tarsienne du côté droit.

Au bout de huit jours apparurent des phénomènes cardiaques très prononcés : souffle très rude mais superficiel au premier temps, fièvre très vive, inappétence, etc. Traitement : sulfate de quinine.

Tous ces phénomènes s'amendèrent, mais, à leur déclin, le 22 juin, apparut le premier symptôme choréique, consistant dans des projections de la langue et dans de légères grimaces de la figure. Les muscles de la face, du côté droit surtout, étaient le siège de contractions involontaires et incoordonnées. A ces symptômes vinrent s'ajouter très rapidement des mouvements choréiques de tous les membres. La marche devient impossible, l'enfant ne peut plus porter les aliments à la bouche, elle ne peut ni donner la main ni saisir un objet. Les membres supérieurs, et principalement le bras droit, sont incessamment portés dans tous les sens. Les douleurs articulaires ont complètement disparu, mais le souffle cardiaque persiste. C'est dans ces conditions que le docteur Ordenstein nous prie d'employer les courants continus pour le traitement de la chorée. Nous appliquâmes un courant de quinze éléments Remak (courant ascendant) sur la colonne vertébrale, et également pendant quelques minutes sur le bras droit. Au bout de la troisième séance, l'enfant put marcher et se servir plus facilement de ses mains. Au bout de sept séances, c'est-à-dire dix jours après le commencement du traitement, l'enfant était rétablie; il ne lui restait qu'une faible inclinaison de la tête du côté gauche, simulant un léger torticolis et qui disparut bientôt. La guérison s'est complètement maintenue et il n'y a eu aucune récidive.

Nous voyons, d'après ces observations faites avant nos recherches physiologiques, que, pendant l'application du courant descendant, les malades sont plus calmes, tandis qu'avec le courant ascendant ils sont plus excités, et qu'il y a, quelque temps après les séances, une recrudescence des mouvements choréiques. Ces faits concordent exactement avec ce que nous avons vu dans les expériences sur les animaux, et ils ont d'autant plus d'importance qu'ils ont été observés à des époques différentes et sans idée préconçue.

Ce qui est plus difficile à expliquer, c'est justement dans ces cas l'avantage de l'emploi du courant ascendant; il semble que le contraire devrait avoir lieu.

Duchenne, à ce propos[1], s'exprime ainsi : « Est-il bien démontré, comme l'affirme M. Onimus, que le courant continu ascendant ait sur le courant descendant l'avantage de guérir la chorée? Il m'a semblé que la contre-épreuve expérimentale était ici nécessaire. Je viens de la faire; on en va voir le résultat dans l'observation suivante, exposée en résumé.

» L'occasion de faire cette contre-épreuve chez un jeune garçon atteint d'une chorée depuis un mois, s'est justement présentée le jour où la découverte de cette curieuse propriété thérapeutique du courant ascendant était annoncée par M. Onimus, dans la *Gazette des hôpitaux*. J'ai fait passer le courant descendant continu de trente éléments de ma pile au sulfate de plomb, pendant cinq à six minutes, dans chacun des membres agités par des contractions choréiques, en plongeant alternativement les mains dans une cuvette remplie d'eau en rapport avec le pôle négatif, et en plaçant l'autre rhéophore (positif) dans un point correspondant à l'origine du plexus brachial. Après la deuxième séance, l'agitation des membres supérieurs avait notablement diminué. Je fis alors passer un courant descendant dans les membres inférieurs et (suivant la direction de la moelle) dans le tronc, qui était le siège de quelques contractions convulsives isolées. A dater de ce moment, l'amélioration a été progressive; après quatorze séances, le jeune choréique paraissait guéri.

» Il est possible et même probable qu'un plus ou moins grand nombre des guérisons de chorée, obtenues par d'autres observateurs, l'aient été également par le courant continu descendant. Mais le fait qui m'est personnel, fût-il seul, prouve, contrairement à l'assertion de M. Onimus, que le courant continu descendant possède, de même que le courant ascendant, le pouvoir de guérir la chorée. »

Nous n'avons jamais soutenu que le courant ascendant seul parvenait à guérir la chorée, mais nous avons dit que dans les cas que nous avons observés, et contrairement à

1. *Examen critique des principales méthodes d'électrisation*. 1870. (Extrait de *l'Electrisation localisée*.)

ce que nous supposions, ce courant nous a donné de meilleurs résultats que le courant descendant.

D'ailleurs, il faut bien le remarquer, les cas que nous avons eu à soigner, et surtout le premier, sont des cas assez rebelles et dans lesquels le bromure de potassium avait plutôt fait empirer la maladie. En est-il de même de celui de Duchenne? D'un autre côté, n'est-il pas remarquable que certains cas de chorée cèdent à l'emploi de médicaments hyposthénisants, tandis que d'autres guérissent par une médication tout opposée? Il est curieux de voir que le médicament qui excite le plus les centres nerveux et le courant électrique qui possède également cette propriété soient les agents les plus efficaces dans le traitement de certains cas de chorée. La strychnine a été préconisée dans cette affection, et Trousseau la prescrivait très souvent et en a obtenu de bons résultats.

Nous pouvons ajouter que Benedick a également observé que, dans la chorée, il était plus avantageux d'employer le courant ascendant, et il recommande d'électriser la moelle avec un faible courant ascendant.

Nous avons, à propos de l'influence de la direction des courants, déjà insisté sur cette action des courants ascendants. Dans tous les cas, les objections que l'on nous a faites prouvent que la direction du courant a une importance. Les docteurs Glatz et Mondorff qui, plus récemment, nous ont fait des objections à ce sujet, ont dû ignorer ce que nous avions écrit, et les faits qu'ils nous opposent ne font que confirmer notre opinion.

Dans cette affection, de même que dans toutes celles que nous pouvons passer en revue, serait-ce même dans les névralgies et les affections hystériques, nous n'avons pas la prétention de poser des lois immuables, et nous ne doutons

pas que, selon les personnes, les appareils, etc., on puisse souvent obtenir de bons résultats en donnant aux courants des directions opposées à celles que nous recommandons. Nous indiquons les méthodes qui nous ont le mieux réussi et celles qui semblent les plus logiques, afin que d'autres puissent en profiter; mais ici, comme dans tous les traitements, il y a toujours des conditions spéciales dont le médecin, selon chaque cas, doit tenir compte.

Épilepsie.

Dans les premières années où l'électricité fut découverte, on crut immédiatement avoir découvert la panacée universelle, et les médecins s'appliquèrent aussitôt à l'employer dans les affections reconnues incurables jusqu'alors. Si l'on se reporte à cette époque, et si l'on parcourt la quantité d'écrits et d'observations qui se firent dans les principales universités, on est frappé de l'enthousiasme et de l'émulation qui existaient sous ce rapport. On avait trouvé le secret de la vie, on guérissait les surdités invétérées, les amauroses, l'épilepsie, etc., et au lieu de se maintenir dans un cadre plus modeste, de chercher à réveiller la vitalité plus ou moins éteinte des muscles et des nerfs, les médecins sérieux comme les charlatans, ne cherchaient qu'à appliquer l'électricité, dans les maladies les plus rebelles et dans les cas où tous les autres traitements échouaient complètement.

La conséquence naturelle de cette tendance fut qu'au bout de quelque temps, les observateurs honnêtes reconnurent que l'électricité, pas plus qu'aucun autre traitement, ne pouvait guérir les atrophies complètes du nerf auditif, du nerf optique, ni certaines paralysies, ni l'épilepsie; et

l'électrothérapie tomba dans une défaveur d'autant plus grande que les charlatans continuèrent à s'en servir, à crier leur succès et à exploiter les idées mystiques. Il n'y a pas de maladies qu'ils ne guérissent, et alors, comme aujourd'hui, ils ne doutent de rien et le persuadent même quelque temps au public.

La déconsidération dans laquelle est tombée l'électrothérapie se ressent encore de ces guérisseurs à tout prix, et tous ceux qui actuellement osent affirmer que ce mode de traitement a son utilité et que, appliqué scientifiquement, il est un des moyens les plus puissants de la thérapeutique, doivent être reconnaissants aux savants qui, quelque temps plus tard, relevèrent ces études de la déconsidération dans laquelle elles étaient tombées. C'est un hommage que nous devons à Magendie, à Becquerel et à Duchenne. Ce dernier savant surtout, qui, sans titre officiel, a su maintenir et honorer cette spécialité (selon une expression qui, dans ces conditions, est des plus honorables), a rendu la tâche plus facile à ses successeurs.

Comme le disait Biot, il ne faut jamais ni trop abaisser ni trop élever une science, car, dans ce dernier cas, on s'en désabuse et on la rabaisse au-dessous de son véritable prix. C'est bien à propos du traitement de l'épilepsie que nous croyons devoir faire ces remarques, car dans aucune affection on n'a tant exagéré autrefois les effets curatifs des courants électriques, et dans aucune on n'a eu autant d'insuccès.

Il ne manque pas d'observations d'épilepsie guéries par l'électricité, mais elles n'ont aucune valeur scientifique. Ce qui peut être vrai, ce qui même est vrai, c'est que, pendant le cours du traitement, il y a souvent absence d'attaques épileptiques, ou un plus grand intervalle entre les attaques, mais c'est là une action momentanée et non durable.

Néanmoins l'épilepsie, qui est une action réflexe et un changement momentané de la circulation spino-bulbaire, peut être modifiée par les courants continus. Nous avons essayé ce traitement dans quatre cas d'épilepsie bien déterminés, et nous avons en effet obtenu un peu d'amélioration. Mais cette amélioration n'est pas notable, et le bromure de potassium a toujours donné de meilleurs résultats.

Dans un seul cas, où les attaques épileptiformes étaient très faibles (petit mal), nous avons vu échouer le bromure de potassium, tandis que les courants continus ont paru agir plus efficacement.

Mlle L. R..., âgée de treize ans, a depuis bien des années de petites attaques, pendant lesquelles elle perd connaissance; il n'y a ni écume à la bouche, ni convulsions, et le seul symptôme manifesté c'est une crispation de la main gauche qui se ferme complètement. Ces attaques durent à peine deux ou trois minutes, et souvent même beaucoup moins. Elle dit sentir le commencement de l'attaque et avoir alors des mouvements incoordonnés dans la main gauche. Le bromure de potassium pris même à haute dose ne détermine aucune modification. Les courants continus employés, en électrisant le sympathique et les régions avoisinantes du bulbe, amènent un peu d'amélioration.

Tétanos.

Les courants continus, d'après des expériences faites sur les animaux, ont toujours été considérés comme pouvant être utiles dans le tétanos. Nous avons déjà indiqué, dans ces recherches physiologiques sur le système nerveux, qu'ils avaient été employés par Matteucci. Selon les ouvrages consultés, nous avons trouvé que ce savant les avait employés sous forme de courant ascendant allant des pieds à la moelle, ou sous forme de courant descendant allant de la moelle aux membres. Il est donc probable, quoique nous

ne puissions rien dire de bien exact à ce sujet, que Matteucci les a employés dans deux cas de tétanos. Il n'a point obtenu de guérison, mais un grand soulagement dans les douleurs.

Nous ne connaissons pas jusqu'à présent un seul cas de tétanos guéri par les courants continus autre que celui que nous avons soigné. Aussi croyons-nous utile de donner *in extenso* l'observation suivante où, avec MM. Dubreuil et Lavaux, nous avons obtenu une guérison complète de tétanos traumatique par l'emploi du chloral et des courants continus.

Christophe Strasser, âgé de trente ans, ouvrier dans une scierie mécanique, a été blessé le 16 février 1879, à dix heures du matin, par une scie circulaire qui a atteint la main gauche et lui a ouvert l'articulation de la première avec la deuxième phalange du pouce; l'index a été légèrement atteint à la partie interne.

Le même jour, le blessé se rend chez un pharmacien du voisinage qui lui fait un pansement simple avec un onguent et un peu de charpie; il conseille en outre au blessé de prendre tous les matins un bain de main d'une demi-heure dans de l'eau de camomille; il paraît que, depuis, ce pansement aurait été changé et que l'on aurait versé sur la plaie une substance irritante qui aurait occasionné une assez vive douleur.

Pendant les dix jours qui suivirent l'accident, le blessé ne ressentit qu'une légère douleur au niveau de la blessure; il restait levé, le bras en écharpe, mangeait et buvait comme à l'ordinaire; il dit n'avoir pas eu de fièvre.

Le samedi 26 février, en se réveillant, il s'aperçoit qu'il ne pouvait que difficilement ouvrir la mâchoire; il se plaint en même temps de douleurs dans le dos, le long de la colonne vertébrale. Toutefois, comme il est plus préoccupé de la blessure que du reste, il ne s'alite pas.

Le dimanche 27 et le lundi 28 février, la raideur augmente, mais sans grande douleur; il éprouve de la fièvre et une grande fatigue dans tous les membres. Il consulte un médecin qui lui fait faire une friction narcotique le long de la colonne vertébrale et lui prescrit une potion avec 50 centigrammes de calomel.

Le mercredi 2 mars, le malade continuant à souffrir appelle le docteur Lavaux, médecin du bureau de bienfaisance, qui le voit le mercredi, à cinq heures du soir. A son arrivée, il le trouve debout, le bras en écharpe; il constate l'existence des lésions rapportées plus haut, l'articulation du pouce est ouverte, la deuxième phalange est presque détachée, la plaie, qui a été pansée avec un corps irritant, est rouge, sèche, et ne suppure presque pas.

Le blessé dit que depuis trois jours il ne peut ouvrir la bouche et qu'il éprouve de la raideur et de la douleur le long de la colonne vertébrale et derrière le sternum. Les muscles de la région temporo-maxillaire, ainsi que les sterno-mastoïdiens, sont contracturés, les muscles de la région antérieure de la poitrine et du ventre sont également dans un état de contraction permanente.

Les muscles des membres thoraciques, ceux des jambes et du dos sont souples. Le blessé, au moment de l'examen, éprouve une fièvre très intense, 120 pulsations par minute. Sueurs profuses. Le docteur Lavaux fait immédiatement coucher le blessé et examine avec le plus grand soin la blessure, afin de voir s'il ne resterait pas quelque éclat de bois ou d'os que l'on pût retirer. Cet examen ne révélant la présence d'aucun corps irritant, il fait recouvrir la main d'un large cataplasme. Prescription : — 4 grammes de bromure de potassium et 4 centigrammes d'extrait de belladone. Infusion chaude de chiendent, avec recommandation de bien couvrir le blessé, afin de favoriser la transpiration.

Le soir même, le docteur Lavaux fit appeler en consultation M. le docteur Dubreuil.

Ces médecins prescrivirent le chloral, médicament qui avait déjà donné des succès dans deux cas analogues, et observés par MM. Langenbeck et Verneuil.

A neuf heures, la fièvre est toujours aussi vive, 120 pulsations par minute; sueurs profuses; le malade n'éprouve que de la raideur sans douleur appréciable dans les muscles contracteurs; l'intelligence est nette et bien conservée.

Le docteur Lavaux injecte par la méthode hypodermique un gramme de chloral.

Le jeudi matin 3 mars, M. Dubreuil enlève un segment de la deuxième phalange, qui ne tenait que légèrement aux téguments. La fièvre a continué. Pouls, 120 pulsations. Sueurs profuses. Contractures des muscles de la région antérieure; trismus. Respiration abdominale. Potion avec 6 grammes de chloral et 4 pilules de 5 centigrammes de poudre de digitale.

Le jeudi soir 3 mars, à huit heures, le pouls est tombé à 92 pulsations, les sueurs ont un peu diminué, la contracture musculaire persiste, la respiration continue à être abdominale. Le malade n'ayant pas été à la selle depuis deux jours, on ordonne l'administration d'un lavement huileux qui est suivi d'évacuation.

Vendredi 4 mars, à huit heures du matin le pouls est à 92. La contracture des muscles de la région antérieure de la poitrine et de l'abdomen persiste, ceux des membres thoraciques et pelviens sont souples; les muscles du cou sont un peu moins contracturés que la veille, le malade ouvre un peu plus la bouche.

L'administration de la digitale est supprimée et on ordonne une potion avec 8 grammes de chloral à prendre dans les vingt-quatre heures, bouillons et tisane de chiendent.

Le vendredi, à midi, le pouls est à 84, la contracture tonique des muscles de la région antérieure du corps persiste, mais elle ne paraît pas avoir fait de progrès depuis la veille, le malade n'éprouve aucune douleur ni aucune secousse tétanique, il se plaint seulement d'être cassé en deux lorsqu'on l'aide à se mouvoir dans le lit.

Vendredi, à onze heures du soir, le pouls est à 84, comme à midi; il y a moins de sueurs, le malade est continuellement assoupi, état qui dure depuis le commencement de l'administration du chloral; il a eu, paraît-il, un peu de délire dans la soirée, il voulait se lever et aller à son travail.

La contracture des muscles de la poitrine et de l'abdomen persiste; celle des sterno-mastoïdiens est un peu diminuée. C'est à ce moment que MM. Dubreuil et Lavaux nous prient de nous joindre à eux pour appliquer des courants continus.

Le samedi 5 mars, à dix heures du matin, nous nous rendîmes chez le malade. A notre arrivée, les muscles de la région antérieure du cou, sterno-mastoïdiens, scalènes, ceux de la poitrine et de l'abdomen sont fortement contracturés; la respiration est purement abdominale. Nous appliquons pendant trois quarts d'heure le courant continu descendant sur la colonne vertébrale, et nous obtenons presque immédiatement la résolution des muscles contracturés; la respiration qui n'était qu'abdominale devient thoracique.

Le pouls, avant et après l'électrisation, est à 84.

5 grammes de chloral pour quatorze heures, bouillons et potages.

A six heures du soir nous revenons voir le malade.

La contraction musculaire s'est reproduite surtout dans les muscles de l'abdomen et de la poitrine; les muscles de la région du cou sont un peu plus souples que lors de la première application de l'électricité.

Au moment où nous découvrons le malade, en touchant légèrement les muscles du ventre, nous provoquons une secousse tétanique avec contraction momentanée; cette secousse ne s'est pas produite pendant l'électrisation.

Nous appliquons le courant pendant une demi-heure le long de la colonne vertébrale; une application directe est également faite pendant vingt minutes sur les muscles thoraciques. Au bout de trois quarts d'heure, la résolution musculaire est obtenue. Le pouls, avant et après l'opération, reste à 76. Le malade n'allant pas à la selle depuis la veille, on ordonne un lavement simple. A dix heures et demie du soir, le pouls est toujours à 76; vingt-quatre respirations par minute. Pas de sueurs. Le malade ne se plaint d'aucune douleur, mais la contracture de tous les muscles de la région antérieure de la poitrine et de l'abdomen s'est reproduite, il n'existe aucune contracture des muscles des bras et des jambes. Ceux du cou sont un peu plus souples que le matin.

Le malade est soumis pendant trois quarts d'heure à l'application du courant continu sur la colonne vertébrale; la résolution est obtenue encore une fois et la respiration *soulève les côtes*.

Dimanche 6 mars, à dix heures du matin. La nuit a été bonne, le malade,

qui est toujours somnolent depuis l'administration du chloral n'a pas eu de secousses tétataniques, les muscles de la mâchoire sont moins contracturés, la langue sort plus facilement de la bouche, les muscles du cou sont souples, ceux de la poitrine et de l'abdomen sont toujours contracturés. Pas de contracture des membres.

La plaie du doigt est en bon état, la suppuration s'effectue bien, on continue l'application des cataplasmes. Pouls 76 pulsations.

Il y a eu une évacuation à la suite du lavement administré la veille. Nouvelle application du courant continu sur la colonne vertébrale; toujours même courant descendant. La résolution des muscles contracturés est obtenue, le malade ouvre la bouche un peu plus que la veille, il peut introduire la première phalange de l'index entre les dents.

Le malade est dans un état de somnolence presque continue.

Nouvelle potion avec 5 grammes de chloral.

Le dimanche 6 mars, à onze heures du soir, le malade est de nouveau soumis pendant une heure à l'application du courant électrique appliqué sur la colonne vertébrale. Soixante pulsations avant et après l'électrisation; vingt-quatre respirations par minute. Le malade est dans un état de somnolence continue, il ne se plaint d'aucune douleur lorsqu'il reste immobile; s'il se retourne dans le lit, il dit qu'il lui semble que son corps est cassé en deux au niveau de la base de la poitrine. Au bout d'une heure d'électrisation, la résolution musculaire est obtenue, mais cet état ne persiste pas longtemps. Lorsque le malade se retourne dans le lit, les muscles se contracturent de nouveau, toutefois ceux de la région du cou sont actuellement beaucoup plus souples qu'au début de la maladie. Légère épistaxis dans le courant de la journée.

Le lundi 7 mars, à huit heures du matin, le malade a dormi toute la nuit. Le pouls est encore à 60 et reste le même après la séance d'électrisation qui est prolongée pendant une heure. Vingt-quatre respirations par minute.

La résolution est obtenue facilement, mais ne persiste que peu de minutes après l'électrisation, environ un quart d'heure. Cependant les muscles du cou demeurent souples relativement à leur état antérieur, le malade peut ouvrir plus largement la bouche. Potion avec 5 grammes de chloral.

Le 7 mars, à cinq heures, les muscles de la poitrine et de l'abdomen sont toujours contracturés, ceux de la région du cou conservent une certaine souplesse, le malade est dans un état continuel de somnolence; il ne se plaint que lorsqu'il est obligé de faire un mouvement dans le lit, il éprouve la sensation qu'il nous a déjà décrite : il lui semble qu'il est cassé en deux.

Il a éprouvé quelques nausées dans la journée, mais elles n'ont pas été suivies de vomissements.

L'application du courant fait cesser la contracture des muscles de la poitrine et de l'abdomen; la respiration qui est toujours abdominale depuis le commencement de la maladie, se fait également par les muscles

de la poitrine, le courant est maintenu sur la colonne vertébrale pendant une heure et demie. Le malade a eu deux évacuations naturelles dans la matinée.

A onze heures du soir, la contracture musculaire s'est reproduite dans les muscles de la poitrine et de l'abdomen ; le malade est soumis à une nouvelle électrisation pendant une heure et demie. Le pouls examiné avant et après est à 60.

Depuis le commencement de la maladie, l'alimentation a consisté en bouillons, potages, eau rougie.

Le 8 mars, à midi, le malade est agité depuis six heures du matin; il veut se lever, demande du vin, etc. Cette agitation a duré jusque vers midi. Le trismus persiste, les muscles du cou sont mous et relâchés, ceux de la poitrine et de l'abdomen sont de nouveau contracturés. Le pouls est à 64.

Le malade est soumis à l'application du courant continu appliqué sur la colonne vertébrale pendant trois quarts d'heure, la résolution des muscles est obtenue. Le pouls, après la séance, est encore à 64.

Potion : 6 grammes de chloral.

Il paraît que, quelques instants après la séance d'électrisation, le malade a été très agité; les muscles du cou, qui, relativement à ceux de la poitrine et de l'abdomen, étaient souples, ont été contracturés de nouveau; le malade était très gêné pour respirer.

A quatre heures, il a été soumis à une nouvelle séance d'électrisation pendant une heure et demie. A dix heures et demie du soir, le pouls est à 60. Tous les muscles sont dans le relâchement; il est somnolent. On suspend l'électrisation, la potion au chloral est toujours continuée. Le sommeil a été paisible jusque vers une heure et demie du matin.

A ce moment, les parents nous racontent que le malade s'est réveillé en sursaut, il a étendu convulsivement les bras et les jambes; le malade aurait, paraît-il, été dans un état de mort apparente pendant un instant. La face était pâle, il ne respirait plus, le pouls était très lent et intermittent; cet état de syncope se serait reproduit cinq fois environ à un quart d'heure de distance, puis le malade serait retombé dans le sommeil. A cinq heures du matin, il était calme.

Mercredi 9 mars, huit heures du matin. Les muscles sont souples, il n'y a de contracture que lorsque le malade s'agite dans le lit. Pouls 60. Potion : 6 grammes chloral. Potages et bouillons.

Mercredi 9 mars, cinq heures du soir. Les muscles de la poitrine et de l'abdomen sont toujours relâchés et souples, ils ne se contractent que momentanément lorsque le malade fait quelques mouvements dans le lit. Les parents nous racontent que vers trois heures de l'après-midi, il y a encore eu une syncope qui n'a duré que quelques secondes. Lorsque nous invitons le malade à ouvrir la bouche, il ne peut le faire qu'incomplètement, toutefois il y a une légère amélioration : il peut introduire la deuxième phalange du pouce entre les incisives, mais par moment seulement. On

suspend tout traitement électrique, la potion au chloral est continuée. Le malade a toujours uriné facilement. L'urine, examinée à l'aide des réactifs, ne renferme ni sucre ni albumine.

Jeudi 18 mars, à huit heures du matin. Pouls 62.

Le malade a passé une très bonne nuit. Respiration calme et paisible; les muscles sont souples et relâchés; il n'a pas été soumis au traitement électrique depuis le mardi 8 mars, à quatre heures. La plaie du doigt est en bon état et commence à bourgeonner. On continue les cataplasmes.

Potion : 6 grammes de chloral; trois potages et bouillons.

Jeudi, onze heures du soir. Pouls 64. Les muscles du cou, de la poitrine et l'abdomen sont souples comme dans l'état normal, le trismus persiste toujours; par moment le malade ne peut desserrer les dents. La matinée a été tranquille.

Sommeil jusqu'à midi. De midi à trois heures, légère agitation, le malade a voulu se lever; à quatre heures, il refuse le potage qu'on lui offre, continue à prendre la potion au chloral et reste endormi jusqu'à onze heures du soir. A ce moment, il venait d'y avoir une légère syncope, bien qu'étant en résolution, le malade avait pâli, et la respiration s'était arrêtée pendant une demi-minute environ.

A moment où nous le voyons, il est tout à fait calme, la respiration se fait naturellement, les côtes se soulèvent à chaque mouvement inspiratoire. 24 respirations par minute.

Le malade s'étant éveillé a pris une cuillerée de la potion au chloral; il ne peut que très difficilement desserrer les dents, mais pendant le sommeil la bouche reste souvent ouverte.

Vendredi 11 mars, huit heures et demie du matin. Pouls 60.

La nuit de jeudi à vendredi a été bonne. Le malade a bien dormi, les muscles de la poitrine et de l'abdomen sont souples, il y a toujours du trismus.

Potion : 5 grammes de chloral; bouillons, potages, bière, et un peu de viande.

A cinq heures, pouls 60. Le trismus persiste, les muscles de la poitrine et de l'abdomen sont un peu contracturés, le malade se plaint d'avoir mal au cœur. Le matin, il a pris un potage avec un peu de viande crue et un demi-litre de bière.

A midi, il avait refusé le potage qu'on lui offrait.

Le courant électrique est appliqué pendant une heure et demie.

Samedi 12 mars, huit heures du matin. La nuit a été bonne. Pouls 60. Selle naturelle pendant la nuit. Tous les muscles demeurent contracturés; le trismus persiste. Le malade a refusé le potage qui lui était offert.

Potion : 6 grammes de chloral.

A cinq heures du soir, les muscles de la poitrine et de l'abdomen sont souples. Le pouls est à 66. Le trismus persiste; les muscles de la poitrine et de l'abdomen sont légèrement contracturés lorsque le malade se remue;

il n'a pas d'appétit; nous supprimons provisoirement la potion au chloral, espérant que l'appétit reviendra.

A onze heures du soir, le pouls est à 68. Le malade a été calme toute la journée. Toutefois nous constatons que tous les muscles, y compris ceux des membres, sont dans un état léger de contraction.

Le docteur Lavaux se disposait à faire prendre au malade une cuillerée de la potion, lorsque celui-ci fut pris en sa présence d'une contracture de tous les muscles; *la respiration s'est complètement arrêtée pendant une minute, le pouls et le cœur ont cessé de battre pendant le même temps, le malade était couvert d'une sueur froide.*

Immédiatement notre confrère se hâte d'appliquer le courant électrique le long de la colonne vertébrale et les muscles reviennent presque instantanément à leur état de souplesse; la respiration, d'abord stertoreuse comme celle d'un épileptique, s'est rétablie comme avant la crise.

Le pouls, examiné immédiatement, s'était élevé à 88 pulsations. Une demi-heure après, il était tombé à 80.

Cette crise a duré environ cinq minutes; au bout de ce temps, le malade a reconnu tous les assistants.

A onze heures et demie, le calme était rétabli.

Le courant électrique reste appliqué pendant deux heures sur la colonne vertébrale. Pendant le cours de l'électrisation, les muscles restent souples; toutefois il se produit quelques légères secousses tétaniques, qui ne durent que peu de secondes.

Ces secousses avec contractures musculaires produites par le moindre mouvement du malade se sont répétées de quart d'heure en quart d'heure jusqu'à cinq heures du matin. Pendant ce temps le malade a absorbé huit cuillerées de la potion au chloral. A partir de ce moment le calme est revenu, le malade a dormi paisiblement et n'a plus été réveillé en sursaut par la contracture involontaire des muscles.

Dimanche 13 mars, à huit heures du matin. Tous les muscles sont souples, respiration facile, le malade ouvre la bouche presque comme dans l'état normal, ce qu'il n'avait pas encore fait depuis le début de la maladie. Pouls 68.

Nouvelle potion avec 8 grammes de chloral pour 125 grammes de liquide.

Dimanche 13 mars, cinq heures du soir. Pouls 64.

Tous les muscles sont relâchés, le trismus diminue; le malade est somnolent; lorsqu'on le réveille, il ouvre la bouche comme le matin; il continue à prendre la potion avec 8 grammes de chloral. Pas de nouvelle séance d'électrisation. Potages, bouillons, bière.

Lundi 14 mars, huit heures du matin. La nuit a été bonne; il n'y a pas eu de nouvelle crise, le trismus diminue, la bouche s'ouvre plus facilement; les muscles de la poitrine et de l'abdomen ne sont que très faiblement contracturés, lorsque le malade fait un mouvement dans le lit.

La respiration se fait facilement.

Potion : 8 grammes de chloral.

Mardi 15 mars. Le mieux continue, il n'y a qu'un peu de trismus qui diminue par l'effet du passage du courant. Pouls 60 pulsations.

Vendredi 18 mars, huit heures du matin. 62 pulsations. Le malade a été très calme, a bien dormi; les muscles de la poitrine et de l'abdomen sont souples, le trismus persiste encore, mais il n'y a plus de secousses tétaniques. L'appétit est bon, le malade va régulièrement à la selle, il urine facilement.

La plaie du doigt est pansée avec un peu de diachylon, les bourgeons charnus ont été touchés avec le nitrate d'argent.

Dans la matinée, le malade s'est trouvé privé de la potion au chloral pendant trois heures environ.

De onze heures à midi, il a été repris de contracture tétanique.

Le courant électrique ayant été appliqué pendant une heure, les muscles sont redevenus souples.

A cinq heures, le malade dit qu'il a un peu souffert de la plaie du doigt; on retire le diachylon qui avait été appliqué sur le doigt et on le panse avec un petit linge cératé.

Le trismus est encore très accentué, les muscles de la poitrine et de l'abdomen sont légèrement contracturés. Pouls 76.

Le courant continu est appliqué de nouveau sur la colonne vertébrale et presque immédiatement les muscles redeviennent souples.

Le malade éprouve une sensation de bien-être et de détente chaque fois que le courant est appliqué.

Samedi 19 mars, huit heures et demie du matin. Hier soir, vers dix heures et demie, le malade a éprouvé de nouveau des secousses tétaniques; ces secousses ont eu lieu de cinq en cinq minutes et continuent encore à ce moment; tous les muscles de la région antérieure du corps sont très contracturés; les muscles des jambes sont également pris ainsi que ceux des bras, le malade est complètement raide. Le pouls est remonté à 110. Sueurs abondantes et douleurs légères dans les jambes.

Une potion avec 8 grammes de chloral, qui doit être prise en trois heures de temps. L'électricité est appliquée pendant une heure sur la colonne vertébrale.

A deux heures le malade, qui a pris 6 grammes de chloral, est somnolent, le pouls est tombé à 80.

Il n'éprouve plus de secousses tétaniques, la résolution musculaire a été obtenue et le trismus a diminué, la respiration se fait par les muscles de la poitrine.

L'administration des 5 grammes de chloral a occasionné quelques nausées qui n'ont pas été suivies de vomissement.

Le malade a uriné dans son lit au moment des contractions musculaires. Cet accident s'était déjà produit dans les mêmes circonstances.

Nouvelle potion avec 8 grammes de chloral à prendre de deux heures après midi à huit heures du matin.

A partir du 20 mars l'amélioration est progressive, et le 2 avril la plaie

est complètement cicatrisée. — Le 13 avril, le malade vient à pied à l'hôpital Lariboisière, où le docteur Lavaux fait constater sa guérison au professeur Verneuil.

Cette observation indique bien les différents avantages qu'on peut attendre de l'emploi des courants continus dans le tétanos. Elle nous indique d'abord que pendant les applications du courant les muscles contracturés se relâchent, et que, pendant tout ce temps, le malade éprouve un grand bien-être. Le chloral calme le malade, l'endort, mais n'empêche pas les contractures. Presque tous les auteurs, d'ailleurs, sont d'accord sur cette influence du chloral.

Les courants doivent surtout être appliqués *à direction descendante sur la colonne vertébrale.* Leur intensité doit être moyenne, et plutôt faible que trop énergique. Leur durée d'application doit être longue (une heure, deux heures même). Il ne faut pas souvent changer de place et avoir une pile à courant très constant.

Sous aucun prétexte, il ne faut donc employer d'appareils à éléments énergiques. Non seulement ces éléments ne peuvent rester appliqués au même endroit pendant longtemps, car ils désorganisent la peau, mais de plus, ils excitent vivement les nerfs périphériques.

Enfin, dans les syncopes qui ont été si fréquentes dans l'observation ci-dessus, et dont une avait mis le malade dans un état de mort apparente, l'application des courants continus a immédiatement ramené les mouvements du cœur et ceux de la respiration. Il est inutile d'insister sur la différence d'action qu'exercent, dans ce cas, les courants continus et les courants induits. Ces derniers seraient évidemment plus dangereux qu'utiles.

L'influence des courants continus dans les contractures, peut également les rendre avantageux dans le traitement de

l'hydrophobie. Ils ont été employés par Hardy et Le Fort dans ces cas, et chaque fois ils amenaient des effets avantageux dans les phénomènes de dyspnée, mais les malades ont fini par succomber. Ce même traitement avait déjà été fait par le Dr Schivardi. Dans tous ces cas, grâce aux idées théoriques que nous avons indiquées plus haut, on a appliqué le courant des pieds à la tête. Le courant, dans le cas du Dr Schivardi, fut maintenu pendant vingt-quatre heures, mais malgré la disparition de la plupart des symptômes, le malade mourut. Nous croyons qu'il eût été également plus utile d'employer un courant descendant.

Catalepsie.

La catalepsie est sans contredit une des affections où l'électrisation, si elle n'est pas toujours un moyen curatif complet, est dans tous les cas d'une incontestable utilité pour faire sortir le malade de l'état léthargique dans lequel il se trouve.

On peut pour cela employer, soit les courants induits, soit les courants continus.

Les courants induits doivent être employés, soit pour faire contracter les muscles de la respiration et déterminer ainsi une sorte de respiration artificielle, soit comme excitant général.

Les courants continus doivent être appliqués directement sur les centres nerveux. M. Benedick, dans un cas qu'il a observé[1], a d'abord essayé la faradisation des membres supérieurs, du visage, du larynx, et le lendemain il constata une

1. *Wiener medicinische Presse*, 1869, n° 17.

légère amélioration. Puis il employa un courant continu qu'il appliqua sur la moelle et sur les muscles.

Le quatrième jour, la malade put parler facilement et marcher, et faire mouvoir tous ses membres.

Dans le *Journal de Hufeland*, on trouve la relation d'un cas de léthargie compliquée de catalepsie, et remontant à quatre mois, développée chez une jeune fille de onze ans. La guérison fut obtenue, au bout de trois séances d'une heure chacune, avec des courants de la pile.

Dans le chapitre sur l'emploi de l'électricité pour constater la mort réelle, nous citons une observation intéressante de Rosenthal qui a pu réveiller une jeune fille qui était en léthargie et qu'on se disposait même à enterrer.

Le Dr Armaingaud a publié dans le *Journal de médecine de Bordeaux* (1880) un cas de catalepsie chez une hystérique, où l'emploi des courants induits fit cesser les accès de catalepsie, tandis que les courants continus, employés dans l'intervalle des accès, ont prévenu le retour ou tout au moins diminué la fréquence des accès.

Nous avons, nous-même, pu réveiller par l'électrisation du pneumo-gastrique, une malade chez laquelle nous avons en même temps constaté que les battements du cœur devenaient bien plus forts pendant et après l'application d'un courant de 20 volts; le pôle positif sur le pneumo-gastrique et le pôle négatif sur les vertèbres cervicales.

Chez cette même malade, nous avons observé que sous l'influence des courants continus (30 à 40 volts), les muscles contracturés devenaient aussitôt moins raides, et que les membres ne gardaient plus l'attitude qu'on leur donnait.

On peut, sous certains rapports, comparer la catalepsie aux phénomènes que présentent les animaux hibernants; et nous avons vu, chez des animaux en hibernation complète,

les courants continus accélérer aussitôt les mouvements du thorax et du cœur et réveiller l'animal au bout de quelques minutes. De plus, ces animaux, quoique nous agissions au milieu de l'hiver, ne se sont plus rendormis. Ces expériences démontrent bien l'influence que les courants continus peuvent avoir dans les cas de catalepsie ou de léthargie.

AFFECTIONS ORGANIQUES DE LA MOELLE ÉPINIÈRE

Paralysies consécutives à des lésions traumatiques.

Les lésions traumatiques de la moelle sont presque toujours consécutives à des fractures de la colonne vertébrale. La plupart de ces paralysies se terminent par la mort, et c'est principalement dans ces cas qu'on observe le plus rapidement les troubles de nutrition consécutifs aux lésions du système nerveux.

On peut, d'après les renseignements fournis par la contractilité électro-musculaire, diagnostiquer l'étendue, la gravité et même l'époque de la maladie.

Dans les cas graves, il y a, dès le début, perte complète du mouvement et de la sensibilité, mais la contractilité électro-musculaire est encore conservée. Ce n'est que quelques jours après que les muscles perdent leur contractilité électro-musculaire. Le sixième jour déjà, comme l'a fait observer Duchenne, cette contractilité est complètement abolie pour certains muscles.

Tous les auteurs considèrent comme très graves les cas où, à l'anesthésie de la peau, se joint l'absence complète

de la contractilité et de la sensibilité électro-musculaires.

Duchenne a pu, dans quelques cas, distinguer, d'après la contractilité électro-musculaire, l'état anatomique de la moelle chez des malades affectés d'une paraplégie spinale avec eschare du sacrum. L'intégrité de la contractilité électro-musculaire démontrait que la paralysie n'était pas due à une lésion traumatique de la moelle.

Cependant les courants induits ne peuvent pas démontrer que la lésion est due soit à une lésion traumatique, soit à une compression ou à une hémorrhagie; ils indiquent seulement que la portion de la moelle qui envoie l'innervation dans les muscles paralysés est intacte et située au-dessous de la lésion lorsque la contractilité est conservée; ou bien que cette portion est détruite, ramollie ou située au-dessus de la lésion de la moelle, lorsque la contractilité est éteinte.

Ce caractère, d'ailleurs, n'est pas spécial pour les lésions traumatiques, mais il est général pour toute altération complète d'une portion de la moelle.

Les fractures ou les luxations de la colonne vertébrale ne déterminent pas la perte de la contractilité par leur effet direct, mais parce qu'elles amènent une irritation continue de la moelle, qui a pour conséquence le ramollissement et la destruction des cellules nerveuses ou des nerfs qui sont dans les régions comprimées.

La perte de contractilité électro-musculaire indique donc uniquement, non la cause de la paralysie, mais quelques-uns des états de la lésion anatomique. Si cette perte se fait rapidement, on peut être certain que la portion de la moelle qui renferme les cellules motrices des muscles paralysés, est complètement détruite, et de plus qu'il y a dans les centres une inflammation aiguë et progressive.

Dans la myélite aiguë et dans l'hémorrhagie spinale on

observe les mêmes phénomènes, c'est-à-dire la perte rapide de contractilité électro-musculaire.

Nous ne faisons qu'indiquer ici ces phénomènes, sur lesquels nous aurons à revenir longuement dans le chapitre consacré au système musculaire.

Lorsque la lésion traumatique n'a pas produit de broiement de la moelle, ni d'inflammation consécutive, on peut espérer de bons résultats de l'emploi des courants continus.

Voici une observation d'un cas de ce genre, faite par le Dr Hitzig[1].

H. Rothbart, sergent d'artillerie, âgé de trente-trois ans, très fortement constitué, tombe avec son cheval sur la partie lombaire de la moelle. Cet accident avait eu lieu au mois de mars, et malgré des douleurs assez vives et généralisées, il continua son service jusqu'au mois de mai, époque à laquelle il fut pris d'une pleurésie aiguë qui dura jusqu'au mois de juillet. Après la guérison de cette maladie, les accidents accrus par sa chute augmentèrent graduellement. Il éprouvait des douleurs excentriques aux membres inférieurs, et une forte hyperesthésie de la peau. Il ressentait des fourmillements dans les jambes, des contractions fibrillaires et des crampes dans le mollet. Les mouvements volontaires devinrent de plus en plus difficiles, et en même temps il eut des pertes séminales très fréquentes. Au bout de quelque temps, la marche pendant le jour et les yeux ouverts, devint excessivement difficile, et impossible dans l'obscurité ou les yeux fermés. L'anesthésie des membres inférieurs devint plus prononcée. Le nitrate d'argent et les préparations iodées furent employés sans succès.

C'est alors seulement qu'on eut recours aux courants continus. Ils furent appliqués sur la moelle sous forme de courant descendant. Après huit séances, le sommeil est meilleur, et les douleurs ont beaucoup diminué. Le Dr Hitzig, au lieu d'électriser uniquement la moelle, électrisa alors les nerfs cruraux avec des courants continus, et un mois après le malade pouvait se maintenir debout pendant quinze secondes, les yeux fermés. La sensibilité reparut en même temps.

L'emploi des courants continus avec interruptions détermina une aggravation qui fut heureusement bientôt dissipée par l'électrisation constante et continue de la moelle au moyen d'un courant descendant. Au bout de six semaines de traitement, la plupart des symptômes avaient disparu; il restait toujours une douleur très violente en déterminant une pression sur les

1. *Virchow's Archiv*, 1867, Bd. XL.

vertèbres. La guérison se maintint huit mois; mais en hiver, à la suite d'un refroidissement, il fut repris des mêmes phénomènes paralytiques; le même traitement par les courants continus fut recommencé, et au bout de deux mois le malade fut de nouveau guéri et put exercer le métier de facteur.

Nous avons observé une paralysie complète à la suite d'une lésion traumatique de la moelle, chez une femme qui était tombée d'un troisième étage. Il y avait eu fracture des vertèbres et atrophie complète des muscles des membres inférieurs et même des muscles de la région lombaire, perte de la sensibilité, eschares. Les seuls muscles qui avaient conservé un peu de contractilité, ont pu à la longue recouvrer quelques mouvements volontaires.

Des paralysies consécutives aux accidents de chemins de fer.

Les paralysies qui surviennent à la suite des accidents de chemins de fer méritent un paragraphe à part, car ces paralysies offrent rarement les mêmes caractères que les autres paralysies par cause traumatique, et c'est même à dessein que nous les plaçons à côté des affections des centres nerveux, car ce qui caractérise essentiellement ces paralysies, c'est qu'alors mêmes qu'elles sont périphériques, elles ont toujours un retentissement considérable sur les centres nerveux.

De tous temps, les chirurgiens ont insisté sur les conséquences fâcheuses du *choc*, et s'il est vrai que le choc déterminé par une chute ou par une voiture a une influence sur la marche de la maladie, on peut, à plus forte raison, être persuadé qu'un accident en chemin de fer aura une action très marquée sur les symptômes consécutifs.

Le Dr Erichsen, de Londres (*On Concussion of the Spine*

Nervous Shock. Longmans, Green and C°), a réuni plusieurs faits de ce genre, et c'est avec raison qu'il déclare que quoique le choc intense qui accompagne ces traumatismes, donne une « terrible » importance aux accidents consécutifs, on n'est pas en droit d'en conclure que ceux-ci sont spéciaux et sont occasionnés seulement par les chemins de fer; tout choc violent, toute chute qui ébranle le système nerveux central amènent les mêmes conséquences. La seule chose qu'il faille admettre, c'est qu'il est bien rare que les conditions d'un traumatisme violent existent d'une façon aussi complète et aussi intense dans d'autre cas que dans les accidents de chemin de fer. De plus, comme ceux-ci portent sur un grand nombre de personnes et qu'ils ont toujours une grande publicité, il est tout naturel que ces lésions paraissent presque exclusives aux accidents de chemin de fer.

La gravité des lésions dépend de la rapidité avec laquelle le train marche au moment de la rencontre d'un obstacle, ou de la force avec laquelle le train reçoit le choc par derrière. Dans les deux cas, les voyageurs sont fatalement précipités dans le sens du mouvement, c'est-à-dire vers la machine. Ceux qui sont assis en avant, c'est-à-dire la face dirigée dans le sens même du mouvement, sont lancés dans ce même sens et viennent s'abattre contre la paroi antérieure du compartiment, ou bien contre les voyageurs qui leur font vis-à-vis; tandis que les voyageurs qui tournent le dos au sens du mouvement, sont brusquement portés contre la paroi de leurs sièges, puis aussitôt par contre-coup rejetés en sens contraire.

Nous ne voulons point nous occuper des lésions des jambes qui sont assez fréquentes, et qui sont dues au rapprochement des banquettes; ces lésions sont d'ailleurs

identiques quel que soit le côté occupé par le voyageur, et elles n'ont, par elles-mêmes, aucune influence spéciale sur le système nerveux central. Il n'en est pas de même des lésions qui portent sur le tronc et sur la tête, et c'est ici que la position du voyageur a une grande importance. Celui qui est en avant, et qui au moment de l'arrêt brusque du train continue fatalement le mouvement acquis, est précipité violemment de son siège vers le compartiment qui fait face, de là la fréquence des blessures à la tête et aux membres supérieurs, car instinctivement il étend ses bras. De plus, alors même que les banquettes ne se rapprochent pas, ses jambes et ses genoux viennent heurter le bord du siège opposé ; ces voyageurs ont donc surtout des blessures aux membres et à la tête, mais ils ont la chance de n'avoir pas de contusion de la moelle.

Les voyageurs au contraire qui sont placés en arrière, ont pour ainsi dire le dos aplati contre la paroi du compartiment et ce sont ceux-ci généralement qui sont le plus gravement atteints. Ils éprouvent une véritable commotion de la moelle, qui peut être augmentée par la chute des voyageurs qui sont assis devant eux.

Il paraîtrait que les personnes qui dorment au moment de l'accident, échappent au moins en partie, aux effets de la commotion du système nerveux. Il y a probablement plusieurs causes à cela, d'abord l'attitude du corps, puis une émotion moins vive et aussi l'absence de raideur musculaire ou de résistance au moment du choc. C'est pour la même raison, que quelquefois chez les enfants et souvent chez les personnes ivres, les accidents les plus terribles, n'amènent que des blessures légères et qui certainement sont loin d'être en rapport avec celles qu'on observe dans des traumatismes analogues.

Cette commotion spinale a son importance, car elle domine les symptômes consécutifs, et très souvent elle n'amène de paralysie ou même d'autres lésions que quelques jours et même plusieurs semaines après l'accident.

Il y a quelques années, un accident terrible de chemin de fer ayant eu lieu sur la ligne de Fribourg à Colmar, nous avons fait rechercher après quelques mois ce qu'étaient devenues les rares personnes échappées à la mort et aux blessures graves. Plusieurs d'entre elles avaient succombé à des maladies à marche rapide et que rien ne faisait prévoir.

Nous ne voudrions pas poser ce fait en principe, ni exagérer les conséquences des accidents de chemin de fer, mais il est certain que c'est surtout pour ces accidents, que les phénomènes consécutifs peuvent arriver longtemps après la cause de l'ébranlement nerveux et précisément à cause de cette commotion de la masse encéphalique et spinale. On a présenté à la Société berlinoise de psychiatrie, plusieurs faits relatifs à des employés de chemins de fer atteints de différents phénomènes à la suite d'accidents survenus dans les trains. Ces malades n'avaient eu que des blessures insignifiantes ou même nulles. Un certain temps après l'accident, il s'est fait dans toute leur manière d'être un changement considérable; leur irritabilité et leur impressionnabilité étaient devenues extrêmes; le moindre travail de tête amenait immédiatement de la fatigue et exaspérait les douleurs de tête et les étourdissements , deux présentèrent en même temps un état parétique des membres inférieurs. La simple vue d'un train rendait tremblant un des malades. Il est à remarquer que tous ces symptômes se sont développés très lentement, et ce fait n'arrive guère qu'aux traumatismes de ce genre.

Ce qui caractérise encore les accidents de chemins de

fer, c'est la longueur de la maladie. Nous avons eu l'occasion de soigner un cas remarquable par la petite étendue de la lésion car il s'agissait uniquement d'une atrophie légère du trapèze avec contracture légère des scalènes, et pendant des années, quoique l'atrophie ait disparue, il en est resté un état de contracture et une hyperesthésie très grande, qui rendent les mouvements du cou difficiles et douloureux.

La principale difficulté du diagnostic dans ces affections consiste en ce que l'on peut avoir affaire à des simulateurs, ou tout au moins à des personnes qui exagèrent beaucoup les symptômes qu'ils éprouvent. Comme ces malades ont droit à des dommages-intérêts et que presque toujours ils sont en procès avec les compagnies de chemins de fer, ils ont intérêt à simuler et à exagérer. D'un autre côté, les compagnies de chemins de fer désirent que leurs médecins atténuent le mal et il est souvent difficile de donner des indications équitables. Aussi, il est impossible de se baser sur des données ordinaires, et il serait bien désirable d'avoir des bases précises de diagnostic. Rien ne pourra les donner aussi nettes et aussi irréfutables que l'emploi des courants électriques, dans les cas de lésions du système nerveux ou du système musculaire. En effet, dans ces conditions, il y a forcément des modifications de la contractilité électro-musculaire et celles-ci ne peuvent être simulées.

Quelles sont en effet les conséquences d'une commotion ou d'une contusion de l'axe cérébro-spiral? Dans les cas graves : une méningite ou une myélite; dans les cas moins graves : une irritation avec douleurs et contractures. Dans le premier cas, il n'y a pas de simulation possible; dans le second cas il faut examiner les points douloureux du

rachis et voir s'ils correspondent aux nerfs des muscles contracturés.

Un premier renseignement, qu'aucune simulation ne peut modifier, est formé par la contraction musculaire aux points d'application d'un courant induit. Si avec un courant qui, toutes choses égales d'ailleurs, détermine une contraction sur des masses musculaires, et surtout sur des muscles homologues, on n'obtient pas de contraction, ou si, on ne les obtient qu'en augmentant notablement la force du courant, on doit affirmer qu'il y a une lésion relativement grave. Seulement, l'embarras existe lorsqu'il a pu y avoir une lésion antérieure à l'accident. Nous avons été appelé à donner notre avis sur un cas de ce genre, et à la suite de l'examen électro-musculaire, il a été certain pour nous que l'atrophie musculaire datait de plusieurs années et était même la conséquence d'une paralysie atrophique de l'enfance. Quelques muscles ne se contractaient par aucune espèce de courants électriques et avaient complètement disparus. Comme le malade prétendait que cette atrophie était la conséquence d'un accident qui remontait seulement à trois mois, nous eûmes des doutes, surtout comme il existait en même temps, une contractilité normale sur des muscles voisins. De plus, l'os était diminué en longueur et après ces différentes constatations, nous pûmes affirmer que cette atrophie paralytique du membre remontait à une époque bien antérieure à l'accident de chemin de fer. Si ces mêmes lésions avaient eu lieu seulement quelques semaines avant l'accident, la difficulté eût été évidemment très grande.

Un autre signe important, sur lequel le Dr Guermonprez a insisté avec raison, c'est celui que l'on peut tirer de l'exploration des parties douloureuses à l'aide de l'électricité.

Si le sujet n'est pas un simulateur, la sensibilité à l'électricité doit toujours être plus grande du côté atteint. Cette proposition est vraie en général, mais elle n'est pas absolument rigoureuse. En effet, la sensibilité plus grande indique uniquement qu'il y a une irritation du tissu musculaire ou des nerfs périphériques, et il est peu de traumatisme où l'on ne constate pas cette augmentation de la sensibilité. Nous avons soigné un traumatisme de l'épaule, avec fracture de la tête de l'humérus où nous avons fait reconnaître aux chirurgiens consultants une fracture de l'omoplate que nous avions soupçonnée et découverte par la douleur constante qu'y réveillait le moindre courant électrique, et qui était limitée exactement à la partie fracturée. D'ailleurs dans toute fracture, même consolidée, datant de plusieurs mois, on détermine une sensation douloureuse en électrisant cette région avec des courants induits d'intensité moyenne.

Ce signe serait très important pour les lésions traumatiques, mais malheureusement il existe également dans les affections musculaires rhumatismales. Ainsi dans le lumbago, ou dans le torticolis, la contraction déterminée par un courant même faible est toujours douloureuse, et cela est tellement constant que lorsque nous avons à soigner un lumbago, après avoir employé les courants continus et quand le malade se déclare soulagé et même guéri, pour bien nous assurer de la guérison réelle et durable, nous électrisons la masse charnue avec un courant induit. Si cette électrisation n'est plus douloureuse, on peut affirmer la guérison.

Enfin il faut bien examiner les points douloureux de la colonne vertébrale; dans la commotion de la moelle ces points existent toujours, et la douleur augmente à la pression. On trouve il est vrai ces mêmes points douloureux dans différentes affections et entre autres dans l'irritation

spinale, ou névrosisme et dans l'hystérie. Comme nous l'avons dit pour ces maladies, lorsque ni la pression ni la chaleur ne permettent de constater d'une façon précise ces hyperesthésies, on les découvre facilement en fixant un des rhéophores d'un courant moyen sur la partie supérieure de la colonne vertébrale et en faisant glisser l'autre lentement de haut en bas. Dans les cas de traumatisme, lorsqu'on constate ainsi des points douloureux, on doit en même temps trouver de la rigidité dans ces régions vertébrales. C'est de la coïncidence de ces divers symptômes que l'on peut tirer des conclusions précises, car, comme nous venons de le voir, un seul symptôme pris isolement ne suffit pas.

Les lésions traumatiques que l'on peut constater par le toucher ou par la vue ne présentent aucune difficulté, mais celles qui résultent de l'ébranlement et du choc du centre cérébro-spinal, sont d'autant plus difficiles à bien diagnostiquer que les malades ne disent pas toujours la vérité, et que l'on est obligé de conclure malgré eux ou même contre eux. La certitude ne peut provenir que de l'examen de la contractilité électro-musculaire, de la constatation des phénomènes de sensibilité et des états de contracture concordant avec les points douloureux de la colonne vertébrale.

Enfin, la position qu'occupait le malade dans le compartiment au moment de l'accident peut confirmer les indications médicales, car, comme nous l'avons dit au commencement, la commotion de la moelle, surtout de la partie lombaire, n'existe guère que pour les voyageurs qui étaient placés en arrière, c'est-à-dire tournant le dos à la locomotive. La commotion cérébrale par contre peut exister pour tous les voyageurs, seulement elle est accompagnée en général de plaies ou d'ecchymoses apparentes pour ceux qui étaient assis faisant face à la locomotive. Il est donc

important, comme les malades ne connaissent guère ces faits, de s'informer de la position qu'occupait la personne dans le compartiment, car cela seul permet d'avoir de fortes présomptions sur la simulation ou sur la réalité des symptômes; l'aggravation de la maladie, et son apparition plusieurs jours après l'accident ne doivent pour ainsi dire exister, que lorsque le malade était assis, tournant le dos à la locomotive.

Maladies inflammatoires de la moelle et de ses enveloppes.

Au point de vue de l'électrothérapie, nous avons peu de chose à dire sur les affections inflammatoires aiguës de la moelle et de ses enveloppes. Quoiqu'il soit vrai que l'électricité ait une influence certaine sur la circulation et sur les phénomènes inflammatoires, il n'est encore venu à l'esprit de personne d'employer cet agent dans les maladies aiguës du système nerveux central. Ce n'est que dans quelques affections dont le tétanos est le type, qu'on peut employer les courants électriques à la période aiguë.

Cependant si l'affection perd son caractère aigu, nous croyons que dans un certain nombre de cas il peut y avoir avantage à employer de bonne heure les courants continus et à électriser directement la moelle. Seulement il faut toujours, dans ces conditions, agir avec une prudence extrême, et se rappeler que les courants continus, pour pénétrer jusqu'à la moelle et y agir comme sédatifs et comme modificateurs de la nutrition, doivent remplir des conditions toutes spéciales.

Il faut que le courant ait une tension assez forte, condition indispensable pour qu'il puisse traverser les tissus profonds et agir jusque sur la moelle. Il faut, de plus, que leur

action soit lente et qu'elle ne détermine pas d'excitation : donc il est nécessaire que le courant soit constant et continu, à tension forte, mais à action chimique très faible.

Comme dans tous ces cas, malgré un certain degré d'atrophie musculaire, la lésion primitive réside dans la moelle, il est important d'agir directement et uniquement sur la moelle. Aussi faut-il placer les électrodes sur la colonne vertébrale, et presque toujours se servir d'un courant descendant de force moyenne.

Dans les myélites ou les méningites spinales, à forme lente, on fera bien d'utiliser l'action des courants continus. Dans toutes ces affections, où l'on emploie souvent des remèdes très énergiques et une médication interne stimulante, nous ne concevons pas qu'il puisse être nuisible d'appliquer les courants électriques. Seulement pour comprendre l'utilité de cette méthode thérapeutique, il faut, avant tout, que l'esprit des médecins et du public soit débarrassé de cette idée que l'électrothérapie est toujours une médication excitante. Nous avons cité suffisamment de faits qui indiquent, au contraire, que dans certaines conditions les courants continus ont une action calmante, pour ne pas être obligés d'insister plus longuement sur cette influence des courants continus.

A côté des cas d'ataxie locomotrice, etc., dont nous parlerons plus loin, voici une observation de myélite dans laquelle nous avons retiré quelques avantages de l'emploi des courants continus.

D..., homme robuste, quarante ans, sans maladies ni excès antérieurs, est obligé, par son métier (tonnelier), d'aller très fréquemment dans les caves, où il dit avoir ressenti souvent du froid et de l'humidité. Depuis quelque temps il éprouvait une douleur vague dans les reins et ressentait plus de fatigue en marchant, lorsque, tout à coup, en se baissant, ses reins fléchirent, selon sa propre expression, et il s'affaissa sur lui-même ; néan-

moins il put se relever et continuer sa route, mais plus difficilement. A partir de cette époque, sueurs profondes et fourmillements dans la jambe droite, rien à gauche, douleur en ceinture à partir de la dixième vertèbre dorsale et douleurs analogues de chaque côté des vertèbres sacrées. L'urine s'écoule goutte à goutte, il y a de l'incontinence, garde-robes normales.

Le traitement à cette époque consista dans : strychnine, bains de vapeur, frictions avec l'alcool camphré et le baume de Fioraventi, et dura un mois, après quoi l'on appliqua sur l'épine dorsale et les jambes, l'électricité à courant interrompu pendant cinq mois ; après la strychnine, la marche était devenue plus difficile ; après la faradisation, elle devint impossible ; en même temps, constipation opiniâtre. — Quinze jours de repos, puis application de sangsues sur la colonne; la douleur en ceinture augmente, enfin pendant deux mois, pilules d'ergotine qui déterminent quelques alternatives de bien et de mal et diminuent l'incontinence d'urine ; quatre cautères sur la colonne et un traitement arsenical ne produisent aucun résultat.

C'est alors qu'il se présente chez nous : ses jambes ne peuvent le soutenir, la jambe gauche est un peu moins paralysée que la droite, et le pied du même côté peut soulever 5 kilogrammes quand on fait coucher le malade, tandis que le droit n'en peut soulever que quatre ; hyperesthésie légère des membres abdominaux, tremblements convulsifs quand il essaye de se lever ou de se coucher. Si l'on pique les jambes avec une épingle, contractions musculaires tellement prononcées que les jambes se replient sur les cuisses, et les cuisses sur le ventre ; ces mêmes contractions, dit-il, se produisent au lit quand il change de position ; le frottement des draps est très douloureux. Incontinence d'urine et des matières fécales. Douleur en ceinture au niveau des dernières vertèbres dorsales ; douleur considérable qui augmente au moindre mouvement. Pas de réformation de la colonne, douleur vive à la pression, surtout à droite, au point qui correspond à la première vertèbre lombaire. Si l'on promène sur la colonne une éponge imbibée d'eau chaude, l'eau paraît bien plus chaude au niveau de la première vertèbre lombaire, sans cependant causer de sensation de brûlure ; la sensation de froid est également bien plus prononcée au même endroit.

Le malade est soumis à l'électricité, courant continu et descendant ; le pôle positif placé sur la colonne lombaire, le négatif promené sur les membres inférieurs : à la seconde séance, il put se lever seul et se tenir debout un instant. A la cinquième séance, on essaye le courant ascendant et celui-ci détermine des contractions réflexes tellement considérables que le tronc est soulevé à plusieurs reprises (le courant descendant n'en a jamais provoqué). Après vingt séances, toujours avec le courant descendant, l'incontinence d'urine a cessé, ainsi que la constipation ; la douleur en ceinture ne reparaît plus qu'à de rares intervalles, l'hyperesthésie des membres n'existe plus, et les contractions réflexes sont considérablement diminuées, elles n'ont plus lieu quand on emploie le courant ascendant ; le malade peut faire quelques pas, appuyé sur un bâton ; dix autres séances d'électrisation maintiennent l'amélioration, mais sans l'augmenter.

Affections chroniques de la moelle.

Au point de vue anatomique, comme au point de vue thérapeutique, il nous paraît utile de diviser les affections chroniques en deux classes, la première comprenant les lésions de la substance blanche, et la seconde celles de la substance grise. Dans la première classe, il n'y a, par conséquent, que des lésions des filets nerveux, tandis que dans la seconde nous trouvons surtout des lésions des cellules nerveuses.

Cette distinction a une grande importance au point de vue thérapeutique et même pour l'étude des phénomènes qui accompagnent les affections chroniques de la moelle, car les résultats de la lésion sont complètement différents. Mais pour toutes les régions spinales, le début de l'affection est à peu près le même.

En laissant de côté les inflammation aiguës, les compressions par des tumeurs, les myélites partielles à la suite du mal de Pott, la plupart des autres altérations commencent par une congestion passive des vaisseaux de la moelle. Il y a, à cette époque, des phénomènes d'irritation et d'excitation. A cette première période, succèdent des troubles de nutrition des éléments nerveux, ils s'altèrent, s'atrophient, se désagrègent, et sont alors remplacés par du tissu connectif qui vient pour ainsi dire remplir les vides, qu'ont laissés les éléments nerveux en disparaissant.

L'école histologique, qui n'admet qu'un seul tissu fondamental, veut pour une cause ou pour une autre, ou justement à cause de la congestion qui a lieu, que le tissu cellulaire se mette à proliférer et vienne peu à peu étouffer et

faire disparaître les éléments nerveux. C'est la conséquence logique et nécessaire de cette hypothèse qui place dans le tissu conjonctif l'origine de tous les tissus. C'est ce seul tissu et toujours lui qui serait la cause de tous les phénomènes et de toutes le modifications; son développement exagéré servirait aussi bien à la régénération du système nerveux, qu'à sa destruction. Grâce à l'irritabilité formatrice, s'il survient une lésion des nerfs, aussitôt ces cellules, *pour tout faire*, prolifèrent et se transforment en fibres nerveuses, tandis qu'un peu plus loin cette même irritabilité formatrice fait proliférer ces mêmes cellules pour détruire les éléments nerveux et prendre leur place.

Il en est de même, d'ailleurs, pour les autres éléments de l'économie. Le grand régénérateur comme le seul coupable dans toutes les lésions organiques, serait toujours ce même tissu conjonctif, le *Deus ex machina* de toute l'anatomie pathologique moderne.

Nous croyons, au contraire, que dans tous ces cas, c'est l'élément fondamental de tout tissu qui est toujours altéré en premier lieu, que les troubles de nutrition survenus dans les tissus modifient les conditions normales et font disparaître peu à peu tous les éléments spéciaux, que ceux-ci sont consécutivement remplacés par du tissu conjonctif ou par de la matière amorphe. Comment admettre d'un autre côté que, dans une congestion ou dans une inflammation, ce soit le tissu intermédiaire qui soit le premier atteint, tandis que les éléments nerveux si facilement altérés par les moindres troubles de la circulation ne seraient lésés que consécutivement !

Cette digression a son importance en pratique, car pour nous il n'est point utile de chercher à empêcher la prolifération des corpuscules conjonctifs; mais, par contre,

nous croyons nécessaire d'employer tous les moyens qui peuvent empêcher les troubles de nutrition des éléments anatomiques spéciaux.

La sclérose de la moelle, c'est-à-dire la disparition des éléments nerveux, et leur substitution par une substance conjonctive, n'est donc qu'un phénomène consécutif, et qui, en général, apparaît constamment lorsqu'en un point quelconque de la moelle il y a altération des éléments nerveux.

Mais il est une autre question importante, c'est de savoir quelle est la conséquence de la disparition de tel ou tel élément nerveux, et sous quelle influence cette disparition a lieu.

En dehors des compressions et des inflammations aiguës, on ne trouve que deux causes qui peuvent amener la destruction ou l'atrophie des filets nerveux et des cellules. C'est premièrement un trouble de circulation locale, et secondement le retentissement plus ou moins éloigné d'une autre lésion du système nerveux en rapport avec ces régions.

1° MM. Charcot et Bouchard ont eu l'occasion de faire l'autopsie d'un cas d'ataxie locomotrice (sclérose des cordons postérieurs) tout à fait au début de la maladie, et ils ont constaté une légère congestion et une multiplication des noyaux qui existent normalement dans la paroi des vaisseaux. Plus tard les vaisseaux s'épaississent et offrent une trame fibrillaire.

Ces troubles dans la circulation doivent nécessairement amener aussitôt une altération dans la nutrition des éléments nerveux et entraîner leur dégénérescence. On ne peut pas constater au microscope les changements moléculaires qu'éprouvent les nerfs, et surtout les cellules, dans les diverses phases de leur dégénérescence, et l'on ne parvient à constater que leur disparition; mais il n'en est pas moins

logiquement vrai qu'avant d'être complètement détruits, ces éléments ont dû éprouver des modifications moléculaires qui, au point de vue fonctionnel, sont aussi importantes que les altérations de texture que l'on peut constater par l'observation directe.

On comprend ainsi que les troubles locaux de la circulation amènent dans ces mêmes régions la dégénérescence lente ou rapide des éléments nerveux. Si ces régions sont occupées par des cellules nerveuses, celles-ci perdent de leur transparence, deviennent granuleuses et disparaissent. Si, au contraire, il n'y a que des filets nerveux, ceux-ci perdent d'abord leur myéline qui se segmente et devient granuleuse; les cylindres-axes résistent plus longtemps, et on les retrouve souvent encore au milieu des plaques de sclérose. Mais ils finissent également, au moins en grande partie, par s'atrophier et disparaître.

2° On sait que tout nerf qui n'est plus relié à un organe central, ou dont l'organe central dont il dépend est altéré, subit assez promptement une destruction complète. Dans les premières heures l'excitabilité du nerf est augmentée, puis elle diminue et s'éteint.

Un repos absolu du nerf finit par amener la diminution ou la perte complète de l'excitabilité et, par suite, la dégénérescence graisseuse. Ainsi, lorsqu'un nerf sensitif est coupé, les deux bouts s'altèrent : le bout périphérique, parce qu'il n'est plus en relation avec les centres, et le bout central, parce qu'il est maintenu en inaction.

La destruction d'une cellule nerveuse de la moelle, d'une cellule motrice par exemple, amènera donc la destruction des filets moteurs, et la destruction de ceux-ci produira consécutivement l'atrophie des fibres musculaires. Cette influence de la cellule motrice sur les filets nerveux peut

être plus ou moins rapide et amener des troubles trophiques plus ou moins considérables.

Nous voyons donc qu'il y a, selon les régions de la moelle, des phénomènes consécutifs complètement différents. Si la substance blanche seule est lésée, la lésion reste plus facilement limitée, et comme les filets nerveux peuvent se régénérer plus facilement que les cellules nerveuses, et que leur cylindre-axe persiste assez longtemps malgré les troubles de la circulation, les affections des cordons de la moelle sont moins graves et moins incurables que celles de la substance grise.

L'emploi des courants électriques a l'avantage, d'une part, d'agir sur la circulation, et d'autre part de remplacer pour ainsi dire l'influx des cellules nerveuses par une sorte d'action trophique.

Les affections chroniques de la substance blanche peuvent atteindre les différents cordons de la moelle ; on peut donc distinguer la sclérose des cordons antérieurs, celle des cordons latéraux, et enfin celle des cordons postérieurs. Dans les affections qui ont pour cause ces lésions anatomiques, la sclérose des cordons postérieurs est la plus fréquente. Dans les scléroses antéro-latérales et dans la sclérose en plaques, le traitement d'ailleurs est analogue à ceux que nous allons décrire pour les autres affections chroniques de la moelle.

Ataxie locomotrice. Tabes dorsalis. Sclérose des cordons postérieurs.

Nous avons eu l'occasion d'employer le traitement électrique dans un certain nombre de cas, et les résultats que nous avons obtenus sont en général favorables.

Les ataxiques que nous avons soumis à ce traitement ont tous continué à suivre le même genre de vie. Ils n'ont pas cessé de travailler, et n'ont pris aucun médicament interne. Un seul, qui d'ailleurs n'a été électrisé que trois fois, s'est plaint de ressentir une excitation anormale, suivie de lassitude; tous les autres ont éprouvé une amélioration plus ou moins grande. Cette amélioration ne consiste quelquefois que dans la cessation des douleurs fulgurantes, mais souvent elle porte même sur la marche de la maladie; elle fait reparaître la sensibilité et diminue les troubles de la locomotion, ainsi que ceux qui existent du côté de la vessie.

La durée de la maladie, son mode d'apparition, les conditions de fortune, ont quelque importanee au point de vue thérapeutique; mais ce qui nous a paru le plus influer sous ce rapport, c'est la diathèse syphilitique, quelle que soit l'époque à laquelle remonte cette maladie, et quoiqu'il n'y ait plus aucune manifestation syphilitique. Dans ces conditions, toute amélioration devient plus difficile; et comme semblent le prouver les deux observations suivantes, si la sensibilité des jambes reparaît en partie, si certains symptômes du côté de la vessie et du rectum s'amendent, la maladie n'en suit pas moins son cours, et pendant le traitement même les mouvements des membres continuent à devenir de jour en jour plus ataxiques.

B..., garçon marchand de vins, quarante ans, a eu un chancre infectant il y a dix-neuf ans; les accidents secondaires de la syphilis ont été très manifestes : plaques muqueuses à la gorge et éruptions cutanées. Il a suivi un traitement mercuriel et iodique, et l'on ne constate aujourd'hui aucune manifestation syphilitique.

Depuis huit à dix mois, il souffre de douleurs très vives dans les jambes; ces douleurs sont intermittentes, apparaissent sous forme d'élancements et de crampes, et s'exagèrent surtout la nuit. Il y a dix mois, il est tombé trois

fois dans la même journée, suite d'étourdissement, mais sans perdre connaissance. Il a eu des vomissements à la même époque. Il n'a jamais vu double, mais sa vue s'est affaiblie au point qu'il ne peut plus lire ; pendant que sa vue commençait à s'affaiblir, il souffrait de violents maux de tête.

Il n'a pas d'incontinence d'urine, mais la plupart du temps, de grandes difficultés à uriner. Il a beaucoup moins d'érections.

Il se plaint en même temps de fourmillements dans les jambes et dans les bras, et d'une douleur en ceinture à la région lombaire.

La sensibilité des membres inférieurs est très diminuée. Il ne sent la piqûre d'une épingle qu'assez faiblement et seulement au bout d'un certain temps.

Il lance les jambes en marchant, trébuche souvent, tombe, dès qu'il ferme les yeux.

Il a pris, pendant plusieurs mois, des pilules de nitrate d'argent, et n'accuse comme résultat qu'une diminution dans les sensations de fourmillements et dans les tremblements des membres supérieurs.

Les courants continus, employés pendant près de cinquante séances, amenèrent une diminution très marquée des douleurs dans les bras et dans les jambes, mais surtout dans les jambes. Ces douleurs reparaissaient assez promptement lorsqu'on suspendait le traitement pendant quelques jours ou lorsqu'on employait des courants descendants.

La contracture de la vessie fut également beaucoup améliorée, car tandis que précédemment il s'écoulait toujours un temps assez long avant la miction de l'urine, il pouvait maintenant uriner plus promptement et plus facilement. En même temps, la vue s'améliora assez pour qu'il pût lire les caractères d'impression d'un journal, ce qu'il ne pouvait pas faire auparavant.

Mais du côté des jambes, la marche devint de jour en jour plus difficile ; il tombait plus souvent, et en même temps les mouvements des bras devenaient incoordonnés, et cet état, loin de s'améliorer, augmentait malgré le traitement et l'amélioration des autres symptômes.

M. D..., âgé de trente-trois ans, rentier, a été atteint, il y a huit ans, d'accidents syphilitiques. Il eut successivement un chancre induré, une roséole très prononcée, des taches cuivrées sur la peau. Il suivit un traitement antisyphilitique complet, et n'a plus aucune manifestation syphilitique. Il a fait, avant et après sa maladie vénérienne, de grands excès de femmes et de tabac.

Il y a trois ans, étant à cheval, il s'aperçut que ses pieds ne sentaient plus aussi bien l'étrier, et il fut obligé de renoncer à l'exercice du cheval, car il perdait les étriers à chaque moment.

A partir de cette époque, il ressent des fourmillements dans les jambes, de la faiblesse dans les genoux et des crampes dans les muscles du mollet. Ces symptômes vont en augmentant, et aujourd'hui sa marche est impossible

sans canne. Il lance les jambes en avant lorsqu'il marche, les tient très écartées quand il reste debout, tombe dès qu'il ferme les yeux.

La sensibilité des membres inférieurs a presque complètement disparu. On peut le pincer très vivement, lui arracher les poils sans qu'il accuse grande douleur. Entre le moment où se sont produites la piqûre et la sensation, il se passe un intervalle de temps de près de deux secondes. Il peut encore apprécier assez exactement les différences de température.

Couché, il ne sent pas ses jambes; il ne sait si elles sont croisées, pliées ou étendues. En ployant sa jambe et en la mettant dans différentes positions, il ne peut jamais bien définir la position qu'elle occupe.

Il a, depuis plus d'un an, de l'incontinence d'urine et des besoins fréquents d'uriner. Du côté du rectum, il se plaint de ténesme qui a lieu surtout dans la matinée. Il y a en même temps relâchement des sphincters, et il lui est arrivé de ne pouvoir retenir les matières fécales.

Il n'a jamais rien eu du côté des yeux ou de l'encéphale. Son appétit est bon et il n'accuse guère de douleurs soit dans les jambes, soit dans les bras. Il a fait plusieurs mois d'hydrothérapie et a été soumis au nitrate d'argent, mais sans succès.

Au bout de vingt séances d'électrisation, la sensibilité des jambes reparaît un peu; il sent mieux et plus vite la piqûre d'une épingle. L'incontinence d'urine disparaît en partie, mais la marche devient plus pénible et l'usage des bras plus incertain, l'écriture plus difficile et plus illisible. De nouvelles séances d'électrisation ne peuvent améliorer ces symptômes, et la maladie continue à s'étendre.

Nous voyons donc combien les résultats sont peu satisfaisants chez ces deux malades, et combien, malgré le traitement, la maladie continue son cours lentement, sourdement. Les phénomènes accessoires s'amendent, mais le travail des éléments nerveux de la moelle continue à s'étendre. Dans aucun cas les malades n'ont eu autant de patience, et dans aucun cas nous n'avons eu aussi peu de résultats. La raison en serait-elle dans la préexistance de la syphilis ? (Voir le travail du professeur A. Fournier.)

B..., quarante-cinq ans, ouvrier, sans maladie précédente, ressent depuis dix ans des lassitudes dans les membres inférieurs, sans que ces lassitudes puissent être attribuées à la fatigue ou à des excès d'aucun genre. Peu à peu à la fatigue ont succédé des douleurs dans les muscles du mollet; il se plaint de crampes, de douleurs fulgurantes. Il y a trois ans, il a eu un

rhumatisme articulaire ; mais avant cette maladie, il avait déjà remarqué qu'il trébuchait dans l'obscurité.

A partir de cette époque, les phénomènes de lassitude dans les jambes, les douleurs dans les jambes et dans les muscles lombaires ont augmenté. Il ressent constamment une constriction du ventre et une douleur en ceinture assez violente. Il n'a jamais eu d'incontinence d'urine et n'éprouve pas de difficulté d'uriner. Les érections sont devenues beaucoup plus rares. La vue a un peu faibli ; mais il n'accuse aucun phénomène du côté de la vue ou de l'encéphale.

La sensibilité existe encore dans les jambes, mais elle est plus obtuse. Lorsqu'on pince la peau ou qu'on l'irrite avec une épingle, il perçoit la sensation, mais n'éprouve aucune douleur.

Dans la marche, il lance les jambes en avant, trébuche facilement, se plaint surtout d'une grande faiblesse dans l'articulation tibio-tarsienne ; selon son expression, il lui semble marcher sur du coton. Lorsqu'on lui fait fermer les yeux, son corps se porte aussitôt en divers sens, il manque de tomber, mais il sait encore assez facilement prévenir sa chute.

Un mois de repos et de séjour sur le bord de la mer avait amélioré son état, il y a un an, et après cette époque il était resté quelque temps ressentant moins de douleurs et de lassitude. Mais depuis plusieurs mois tous les symptômes de la maladie ont reparu, malgré l'électrisation des membres inférieurs par des courants d'induction.

L'application des courants continus fait cesser, après les premières séances, les douleurs fulgurantes des jambes ; la marche devient plus facile et plus ferme, surtout immédiatement après l'électrisation. Le malade est venu se faire électriser pendant vingt-sept séances : les lassitudes des jambes n'ont point été dissipées, mais le malade restait debout sans grand balancement du corps, les yeux fermés, et marchait dans l'obscurité avec plus de sûreté. Il pouvait facilement et sans tomber faire plusieurs pas les yeux fermés, et il marchait sans trébucher beaucoup sur la pointe des pieds. En un mot, l'amélioration dans ce cas a été assez notable, et le malade lui-même l'indiquait et peut-être même l'exagérait dans les premiers moments.

L..., ouvrier, cinquante-deux ans, a eu des fièvres intermittentes pendant qu'il était soldat ; il est resté pendant six ans en Afrique, et déjà à cette époque il a ressenti, à plusieurs reprises, des douleurs dans les jambes. Il couchait très souvent en plein air et sur la terre humide. Ces douleurs vagues, intermittentes, ont augmenté peu à peu ; mais elles sont surtout très marquées depuis un an. Elles reviennent principalement la nuit, et elles sont souvent tellement vives qu'elles l'empêchent de dormir et le forcent à se lever et à marcher dans sa chambre ; il lui semble par moment qu'on lui donne dans la peau des coup d'épingles ou qu'on lui arrache la peau.

Il a eu depuis un an de l'incontinence d'urine pendant son sommeil ; plus généralement il a de la difficulté à uriner. Depuis cette même époque il n'a plus d'érections.

Sa marche est assez facile ; son corps balance, les yeux fermés ; mais il ne tombe pas. Il ne peut se conduire dans l'obscurité, et, selon son expression, quand la nuit arrive, il est comme un homme ivre.

La sensibilité des jambes est conservée quoique un peu obtuse : il sent bien le sol et ne se plaint pas de faiblesse dans l'articulation tibio-tarsienne.

Depuis cinq ans, la vue a notablement diminué ; l'œil gauche a été le premier à s'affaiblir ; quelques mois après, l'œil droit a également commencé à se voiler. Aujourd'hui, il ne voit plus rien de l'œil gauche ; l'œil droit est encore assez bon, en ce sens qu'il lui permet de se conduire.

Après la première séance, les douleurs des membres inférieurs cessèrent pendant douze jours. Elles reparurent à cette époque pendant une seule nuit, mais bien plus faiblement, et cessèrent de nouveau pendant un intervalle de temps assez bon. Le malade est encore en traitement, n'accuse plus de douleurs, n'a pas eu depuis le commencement du traitement d'incontinence d'urine ; la contracture de la vessie a également été améliorée, car il urine plus facilement et plus promptement. Il prétend en même temps voir un peu mieux de l'œil droit.

C..., rentière, soixante-cinq ans, n'a pas eu de maladie antérieure. Depuis quatre ans, elle ressent dans les jambes des fourmillements et des crampes qui arrivent à des intervalles de temps assez irréguliers. Elle accuse en même temps de la faiblesse dans l'articulation tibio-tarsienne et dans les genoux. La force musculaire est conservée dans les jambes ; il n'y a pas eu d'amaigrissement. La marche est devenue difficile ; il lui faut l'appui d'une personne pour pouvoir marcher ; elle ne sent pas bien le sol, ne peut se tenir les yeux fermés. La sensibilité des membres inférieurs a beaucoup diminué ; elle n'accuse aucune douleur lorsqu'on pince assez fortement les jambes.

Depuis trois à quatre ans, elle se plaint également de maux d'estomac, de perte d'appétit et de digestions pénibles.

Depuis huit mois, elle a de l'incontinence d'urine presque constamment, en même temps il y a paralysie des sphincters de l'anus. Elle est presque toujours constipée, et à la suite d'une constipation de quelques jours survient de la diarrhée, et c'est dans ces moments qu'elle ne peut retenir les matières fécales.

Il y a un an, la vue s'est affaiblie, et l'affaiblissement a marché très vite, car aujourd'hui elle ne peut plus lire.

L'application des courants continus a calmé les douleurs et a fait cesser l'incontinence d'urine et la paralysie des sphincters de l'anus.

M..., couturière, a senti sa vue s'affaiblir il y a treize ans, habitant alors New-York. En même temps, elle souffrait de forts maux de tête et vit les objets doubles pendant quelques mois. Depuis trois ans, elle ressentait des lassitudes dans les jambes et des douleurs dans les muscles des membres

inférieurs. Depuis deux ans, elle sent des fourmillements dans les pieds, et surtout dans le pied gauche. Les douleurs musculaires qui avaient paru avant les fourmillements persistent et augmentent même depuis que ces derniers ont paru.

Depuis vingt-deux mois, elle a remarqué qu'elle marchait plus difficilement dans l'obscurité. Il lui est impossible de monter ou de descendre les marches d'un escalier obscur; selon son expression, elle perd ses jambes et tombe bientôt. Elle ne sent point le sol et dit avoir les pieds comme des éponges.

Dans les premiers mois de la maladie, il y a eu affaiblissement de la sensibilité des jambes ; depuis un an, elle prétend que la sensibilité est revenue et qu'elle se sent beaucoup mieux.

Elle conserve difficilement ses urines; lorsqu'elle éprouve de fortes douleurs dans les jambes, l'urine s'écoule de temps en temps involontairement. D'autres fois, voulant uriner, elle ne le peut qu'avec peine, après une attente assez longue.

La moindre émotion ou la sensation du froid lui font éprouver aussitôt des tremblements plus ou moins violents dans les membres et surtout dans le bras. Ces mouvements des bras durent souvent un temps assez long, et ils se reproduisent chaque fois que l'on refroidit ou que l'on mouille une partie du corps.

Elle prétend que ces tremblements auraient augmenté à la suite d'un traitement par le nitrate d'argent.

Nous appliquâmes tout d'abord des courants continus à direction centripète et les douleurs augmentèrent. Des courants continus à direction centrifuge, appliqués après, calmèrent les douleurs, rendirent la marche plus facile et firent cesser l'incontinence d'urine.

L..., valet de chambre, âgé de cinquante ans, a été militaire (cuirassier) jusqu'à l'âge de trente ans. Depuis cette époque, il est valet de chambre. Il est fortement bâti, n'a pas eu de maladies antérieures et dit n'avoir fait d'excès d'aucun genre.

Depuis cinq ans, il ressent de violents maux de tête, et dès la même époque, sa vue a commencé à s'affaiblir. Les maux de tête n'étaient point continus et ne restaient pas constamment fixés à la même place; ils arrivaient par intermittence et voyageaient d'un endroit de la tête à l'autre.

Depuis deux ans, il ressent dans les jambes de la lassitude et une grande faiblesse. En même temps, il éprouve de temps en temps des douleurs très vives, qui lui font l'effet de fortes crampes. Il accuse également un sentiment de pesanteur dans les reins.

Il éprouve des douleurs lancinantes dans les bras; ces douleurs ont apparu quelque temps après celles des jambes. En étendant les bras, on remarque un léger tremblement dans la main. Quand il tient un objet dans la main, il craint de le lâcher à chaque instant. La sensibilité du bras ne paraît pas diminuée; celle des jambes a sensiblement diminué.

Il n'a jamais eu d'incontinence d'urine, mais il a une grande difficulté à uriner, et met un temps assez long entre le désir d'uriner et l'émission.

La marche n'est pas trop mauvaise, quoique très lente de temps en temps; il lance les jambes en avant et les laisse retomber fortement sur le sol. Il risque de tomber dans l'obscurité. Lorsqu'on lui fait fermer les yeux, son corps se balance en tout sens, mais sans tomber. Il lui est difficile de marcher sur la pointe des pieds sans trébucher et sans risquer à chaque instant de faire une chute.

Depuis deux ans, le sens de l'ouïe s'est beaucoup affaibli; il n'entend que les paroles prononcées tout près de lui et d'un ton très fort. On n'aperçoit aucune altération organique, la membrane du tympan est normale et la trompe d'Eustache parfaitement saine et libre. Il accuse des étourdissements d'oreille. L'examen ophthalmoscopique donne les résultats suivants : atrophie du nerf optique, artérioles diminuées de calibre, pupille très rétrécie.

Ce malade est encore en traitement, et il a eu jusqu'à présent trente-cinq séances d'électrisation par les courants continus. Tous les symptômes ont subi une amélioration très marquée.

Les douleurs des membres ont disparu en grande partie; celles des jambes ne se font plus sentir: elles persistent encore du côté des bras, mais elles sont moins fortes qu'avant le traitement.

La marche est plus ferme, quoiqu'elle conserve encore les caractères typiques des ataxiques; il ne trébuche que très rarement. Il se tient debout, les yeux fermés, sans balancement de corps, pendant un temps très long. Nous l'avons fait rester dans cette position pendant deux minutes, sans qu'il ait risqué de tomber. Il marche et se retourne, les yeux fermés, sans difficulté. Il peut également se tenir sur la pointe des pieds et marche ainsi sans faire de chutes.

Il urine beaucoup plus facilement et l'émission se fait presque aussitôt. Le jet d'urine est plus fort. Les douleurs de tête ont beaucoup diminué; il affirme entendre mieux et être débarrassé des bourdonnements d'oreilles qu'il avait précédemment.

La vue s'est sensiblement améliorée; il distingue les objets à une distance plus éloignée; et tandis qu'auparavant il ne pouvait, dit-il, distinguer aucune lettre des affiches murales, il parvient aujourd'hui à lire les mots écrits en grands caractères.

O voit donc que l'amélioration a été générale; elle a été progressive, lente; mais pendant le cours du traitement il y a jamais eu de recrudescence de la maladie. Ce cas est certes le plus favorable que nous ayons observé.

L'observation suivante est surtout importante, parce qu'elle se rapproche des symptômes que Remak a donnés dans le *tabes basilaris*, car on sait qu'il divise l'ataxie locomotrice en *tabes dorsalis*, *tabes cervicalis* et *tabes basilaris*, selon la région où se trouve la lésion.

M. M..., marchand de vins, âgé de quarante-six ans, sans maladie antérieure, sans avoir fait d'excès de femmes, mais peut-être quelques excès alcooliques, a été atteint, en 1865, d'étourdissements fréquents. Quelque temps auparavant il avait eu de violents chagrins, et attribuait ses étourdissements à cette cause. Fort peu de temps après, sa vue s'altéra, et il ne fut plus aussi sûr de sa marche. Au bout de quelques mois, ces étourdissements se dissipèrent; mais à partir de cette époque, il vit tous les objets doubles. Pendant quinze mois, sans que la maladie s'aggravât beaucoup, il subit différents traitements : pilules de digitale, pilules mercurielles, iodure de potassium, sulfate de quinine, purgatifs, vésicatoires, etc. Depuis un an il souffre de violents maux de tête ; ces douleurs ne restent pas localisées en un point, elles apparaissent tantôt aux tempes, tantôt sur le dessus ou sur le derrière de la tête. Elles reviennent presque tous les soirs, au milieu de la nuit et l'empêchent de dormir.

A l'inspection ophthalmoscopique, on constate un commencement d'atrophie des nerfs optiques, plus avancée à gauche qu'à droite. Les pupilles sont très rétrécies.

Il se plaint, depuis quelques semaines, de douleurs dans le bras gauche, de fourmillements, et il n'est plus aussi adroit de ses mains. Lorsqu'il tient un objet, il craint toujours de le laisser échapper. La force musculaire du bras est conservée.

Il n'a pas de douleurs dans les jambes. La sensibilité y est bien conservée. Il se tient debout les yeux fermés. Rien du côté de la vessie. Erections très rares.

Au bout de trente séances d'électrisation sur la partie supérieure de la moelle, la diplopie avait presque complètement disparu, car il ne voyait les objets doubles qu'en regardant fortement en bas, tandis qu'avant il voyait double en regardant en haut, en bas et à droite.

Les douleurs de tête ont également disparu, il peut dormir toute la nuit et n'a plus d'étourdissements. Les troubles plus récents du côté du bras gauche restent dans le même état et ne paraissent pas subir d'amélioration.

A côté de cette observation, nous pourrions placer une autre observation où les symptômes sont localisés dans les muscles de l'œil. Malheureusement, nous n'avons pu prendre cette observation que d'une manière très incomplète.

M. H... a vécu très longtemps à l'île de Cuba. Depuis quatre ans, il souffre de forts maux de tête, et depuis deux ans il voit double. En même temps, il ne peut pas régler les mouvements de ses paupières supérieures, et ne peut, la plupart du temps, qu'en soulever une seule à la fois, l'une se refermant quand l'autre œil s'ouvre. C'est surtout à droite que la chute de la

paupière est plus prononcée; plusieurs mois auparavant, le ptosis existait plus marqué à gauche.

M. le docteur Liebreich, qui diagnostiqua dans ce cas les symptômes du *tabes basilaris*, constata en même temps un strabisme convergent avec différence de hauteur, suite de la paralysie de la troisième et de la sixième paire à gauche. A droite, il y avait un peu de paralysie du côté de la sixième paire. Il n'y avait aucun autre symptôme, pas de douleurs fulgurantes, pas d'ataxie des membres.

L'application des courants continus détermina, au bout de fort peu de temps, de la régularité dans les mouvements de la paupière et la disparition de toute difficulté d'élévation. La convergence diminua également dans une forte proportion, mais ne disparut pas complètement.

Ces effets furent obtenus au bout de trente-cinq séances; l'amélioration, à partir de ce moment, resta stationnaire. Il n'y eut jamais la moindre excitation du côté du cerveau, ni maux de tête, ni étourdissements.

En rapprochant ces deux observations et d'autres où les troubles oculaires sont très marqués, on est frappé de l'existence presque constante de maux de tête violents, paraissant surtout le soir et changeant facilement de place. On comparerait volontiers ces douleurs aux douleurs lancinantes des jambes, lorsque la sclérose débute par les parties inférieures de la moelle.

Il nous reste à expliquer le mode d'application des courants continus; nous allons le faire avec quelques détails, afin d'éviter aux médecins qui voudraient employer ce traitement des tâtonnements inévitables ou des modes opératoires défavorables.

Préoccupé, dans les commencements, de la perte de la sensibilité des membres inférieurs et du siège ordinaire de la lésion organique dans la partie lombaire de la moelle, nous appliquions d'abord les courants sur les jambes et sur la partie inférieure de la moelle. Nous mettions le plus souvent un des pôles sur une des jambes, le long du trajet d'un nerf, et l'autre pôle sur la colonne vertébrale à la région lombaire. Lorsque les bras étaient également atteints

nous mettions un des pôles sur le plexus brachial, et l'autre sur l'avant-bras ou sur la colonne vertébrale à la région cervicale.

Ces procédés ne valent rien ; il faut surtout électriser la moelle, et quel que soit le cas, il est utile d'agir directement sur les centres et dans une assez grande étendue.

Quand les troubles fonctionnels ne sont manifestes que dans les membres inférieurs, ce qui est assez rare, il faut placer un rhéophore sur la dernière vertèbre lombaire, et l'autre sur les vertèbres dorsales. Lorque la lésion est limitée à la partie supérieure de la moelle, il faut placer un des pôles sur la sixième ou la cinquième vertèbre cervicale, et l'autre sur la base du crâne ou plutôt sur l'atlas et l'axis. Dans ce cas, nous avons également, pendant la moitié de la séance, placé un des pôles sur la région du cou du côté du ganglion cervical supérieur. Il est inutile, et il peut devenir dangereux d'électriser directement la tête aux environs des yeux. Lorsque la lésion occupe la partie inférieure et qu'il y a en même temps des troubles oculaires, nous plaçons le pôle positif sur la région lombaire et le pôle négatif du còté du ganglion cervical supérieur. Le courant, dans ces conditions, doit être moins intense. Dans la plupart des cas, il faut placer un pôle, le pôle positif, sur la région lombaire, et l'autre, le pôle négatif, sur la région cervicale.

Il est plus avantageux d'employer un courant ascendant, c'est-à-dire de placer le pôle positif à la partie inférieure et le pôle négatif à la partie supérieure de la moelle. Si l'on oublie cette règle, on voit souvent les douleurs des membres réapparaître ou même augmenter. Nous en avons fait l'observation plusieurs fois, et cela nous a d'autant plus étonné, que dans la plupart des autres maladies, de même que dans les expériences physiologiques, nous avons toujours vu

le courant ascendant être plus excitant que le courant descendant. Dans l'observation où le malade présente des phénomènes nerveux ressemblant à ceux de l'épilepsie spinale, nous avions cru nécessaire d'employer les courants descendants.

Cette application a augmenté les douleurs, que nous avons calmées au contraire par l'emploi des courants ascendants. Ce fait paraît, au premier abord, en contradiction avec les expériences physiologiques, car il semblerait que dans l'électrisation de la moelle chez les ataxiques nous devions avoir de l'augmentation des douleurs par l'emploi des courants ascendants; et cependant le contraire a lieu. Pour expliquer cette action, il faut nous reporter aux conditions mêmes des faits physiologiques. Si dans les cas normaux et dans certains cas pathologiques, les courants ascendants agissent si activement, c'est qu'ils influent surtout sur les nerfs sensitifs. Si les nerfs sensitifs sont détruits, l'effet inverse se produit (Voy. *Expériences physiologiques sur le système nerveux*). Or, dans la sclérose des cordons postérieurs, la sensibilité est en général diminuée, de plus, la lésion matérielle de la moelle lui enlève son excitabilité, et nous nous trouvons ainsi dans le cas physiologique où un courant descendant agit plus énergiquement qu'un courant ascendant.

Si, des faits physiologiques nous passons aux lésions anatomiques, nous voyons encore la raison d'être du mode de traitement que nous employons. Il est très rare de trouver une lésion anatomique dans les nerfs périphériques ; il est donc inutile d'agir sur les membres, et comme la lésion se trouve limitée à la moelle, c'est là seulement qu'il faut chercher à déterminer un changement dans l'état pathologique.

L'ataxie locomotrice est due à la destruction des éléments

nerveux, et à leur substitution par un élément inactif et, pour ainsi dire, inerte, le tissu conjonctif ou lamineux. Comment donc peut-on agir sur une pareille lésion, et n'est-il pas illogique de vouloir faire réapparaître les éléments nerveux disparus? Il est évident que l'on ne cherche pas à détruire le tissu conjonctif ou lamineux qui s'est développé dans les cordons postérieurs de la moelle ; mais comme l'ont observé Charcot et Vulpian, on trouve quelquefois des tubes nerveux de nouvelle formation, et, d'un autre côté, dans les commencements de la maladie, d'après l'observation de Charcot et Bouchard, la lésion porte principalement sur les capillaires dont les parois présentent une multiplication de leurs noyaux. De plus, Bouchard a encore observé que les cylindres-axes persistaient longtemps au milieu du tissu conjonctif. On voit donc que si les lésions sont graves, on peut espérer cependant en modifier quelques-unes, en agissant convenablement sur la fonction des nerfs et sur leur nutrition. Or, de tous les moyens thérapeutiques, aucun ne pourra remplir ce double but aussi efficacement que les courants continus. Ils ont, sur les courants d'induction, l'avantage immense de pouvoir être appliqués directement sur la moelle, sans causer aucun trouble, et de plus, comme nous l'avons démontré, ils agissent directement sur la fonction des éléments nerveux, en les maintenant pendant un temps plus ou moins long sous l'influence d'un courant électrique, et ils empêchent l'altération de ces mêmes éléments nerveux, en augmentant la nutrition par suite de leur action sur la circulation.

Quant à la disparition souvent très rapide des douleurs fulgurantes, elle est bien facile à expliquer. Ces douleurs, en effet, s'expliquent surtout par l'irritation des fibres motrices qui déterminent, dans les muscles, des contractures, des

crampes, qui quelquefois sont très manifestes à l'œil nu. C'est cette irritation qui influe sur les nerfs moteurs et consécutivement sur les muscles. C'est la même cause qui détermine la contracture de la vessie ; car il est à remarquer que presque toujours il y a chez les ataxiques de la contracture et non de la paralysie de la vessie ; ce n'est qu'à la dernière période que la paralysie de la vessie existe réellement. Ces spasmes musculaires augmentent par les courants continus centrifuges, car ces courants agissent surtout sur la contractilité, et excitent les nerfs moteurs, tandis que les courants ascendants ou centripètes affaiblissent plutôt l'action des nerfs moteurs. On peut donc comprendre facilement pourquoi les douleurs des membres et la contracture de la vessie cessent promptement sous l'influence des courants continus ascendants.

En résumé, si d'un côté les courants continus peuvent agir sur la lésion anatomique, ils parviennent également à amender promptement les symptômes; quelquefois ceux-ci seuls se trouvent améliorés, et la lésion reste stationnaire. Mais dans une affection aussi terrible, le traitement qui parvient à soulager et quelquefois à arrêter et même à améliorer la maladie mérite certes d'appeler l'attention des médecins.

— Nous avons publié dans la *Gazette des hôpitaux*, il y a longtemps (octobre 1868), les observations et les conclusions qui précèdent. Depuis cette époque, les cas d'ataxie locomotrice que nous avons eu l'occasion de traiter ont confirmé en grande partie les propositions que nous avons émises ci-dessus. Ne voulant pas citer au long de nouvelles observations qui n'ont pas de valeur bien marquée, nous allons encore insister sur quelques points qui nous paraissent importants et que nous avons eu l'occasion d'observer.

Soit coïncidence, soit que la préexistence de la syphilis ait une influence sur la marche de la sclérose des cordons postérieurs, nous avons de nouveau eu l'occasion de constater que les cas où il y avait eu précédemment une affection syphilitique étaient bien plus rebelles, et que l'amélioration était plus difficile et plus rare à obtenir.

Nous avons également vu confirmer ce fait, à savoir que dans les cas où il y a contraction et paralysie de la vessie, les premiers et quelquefois même les seuls signes d'amélioration ont lieu du côté des voies urinaires. Voici le résumé d'une observation à laquelle nous ajoutons d'autant plus d'importance qu'elle a été rédigée par un confrère très instruit, atteint malheureusement de cette maladie, et que nous avons soigné pendant quelque temps.

D..., docteur-médecin, est affecté d'ataxie locomotrice, qui date maintenant de dix années, caractérisée par les symptômes : vertiges, titubation, chevauchement, faiblesse des membres inférieurs, équilibre instable, surtout en se levant, gaucherie des pieds, impossibilité de marcher dans l'obscurité et de se tenir debout quelque temps, crampes dans les jambes, etc.

A cette situation on a opposé successivement et sans amélioration marquée l'iodure de potassium, les toniques, l'électricité d'induction, les douches sulfureuses, les ablutions froides.

L'état de D..., à partir de l'automne dernier, s'est aggravé sensiblement, en même temps que l'appétit diminuait beaucoup et qu'il survenait de l'amaigrissement. Déjà depuis longtemps il n'avait plus conscience de la plénitude de la vessie; aussi lui arrivait-il de plus en plus fréquemment d'uriner involontairement pendant la nuit et même pendant le jour.

C'est dans ces conditions que M. D... demanda à être soumis à l'électricité à courant continu, d'abord tous les jours, puis d'une manière plus éloignée.

Depuis la quatrième séance, l'incontinence a presque entièrement disparu: en deux mois elle ne s'est reproduite que trois fois. Ce résultat si important en lui-même ne peut être attribué qu'à l'action de l'électricité, car elle était la seule chose employée en ce moment.

Il faut mentionner en outre que l'appétit est revenu et que l'amaigrissement est en voie de disparaître, bien qu'il ait été très accusé il y a quelques mois.

Quant au mode d'électrisation, nous avons également quelques observations nouvelles à faire.

Comme nous l'avons dit, nous sommes convaincu qu'il ne faut agir que sur les centres ; c'est là qu'est l'affection, c'est donc là seulement qu'il faut placer les rhéophores. L'électrisation des nerfs périphériques ne sert à rien, et si l'on parvient à améliorer par l'électrisation cutanée sur les membres les symptômes d'anesthésie au moyen du courant faradique, on excite ainsi la moelle, ce qui amène quelquefois une aggravation du côté des symptômes de la motilité. Il est donc inutile et même dangereux d'électriser les membres avec des courants induits, comme le recommandent MM. Duchenne et Meyer (de Berlin). Nous ne faisons qu'une seule exception, c'est dans les cas où les douleurs sont très grandes et où l'on espère en obtenir la cessation par la faradisation cutanée. Nous avons ainsi pu diminuer des crises douloureuses, mais nous n'osons guère recommander ce mode de traitement, parce qu'en général les douleurs ne surviennent que pendant les poussées aiguës, et que pendant ces poussées il faut cesser toute excitation cutanée. Surtout s'il existe en même temps un mouvement fébrile, il faut se garder d'employer ce mode de traitement.

Quant à l'emploi du courant constant et continu, Benedikt conseille d'électriser la moelle journellement pendant trois à six minutes, avec un courant soit ascendant, soit descendant, selon que l'affection siège dans la partie supérieure ou dans la partie inférieure de la moelle. Lorsqu'il y a en même temps des troubles de la sensibilité et de la motilité, il emploie alternativement l'une et l'autre direction.

Si les troubles de motilité prédominent, il électrise à la fois la moelle, la moelle et les nerfs, et enfin la moelle et les muscles, c'est-à-dire qu'il place un des pôles sur la colonne

vertébrale et l'autre sur les nerfs moteurs ou sur les muscles. Lorsqu'il y a des phénomènes d'excitation et de spasme, les courants qui vont de la moelle aux nerfs ou aux muscles (spino-nerveux et spino-musculaires) augmentent ces désordres très souvent, surtout si les courants ont une grande intensité. Dans ce cas, il est préférable d'électriser uniquement la moelle en mettant les deux tampons sur les vertèbres (courants vertébraux).

Benedikt n'a vu qu'un seul cas où les courants continus le long de la moelle n'ont pu être appliqués. Le malade, qui avait des hémorrhoïdes, perdait, après chaque séance, une grande quantité de sang.

Meyer conseille de mettre toujours le pôle positif sur les points de la moelle où le malade accuse une douleur, ou bien sur ceux où l'on peut provoquer une douleur par la pression. Quant au pôle négatif, il le place soit plus haut, soit plus bas, sur un des côtés de la colonne vertébrale.

Remak qui, selon les symptômes, avait divisé cette affection en tabes lombo-sacré, lombo-dorsal, dorsal inférieur et supérieur, cervical, basilaris et cerebellaris, mettait toujours le pôle positif sur la région de la moelle qu'il reconnaissait être affectée.

Nous avons suffisamment indiqué pourquoi l'observation nous avait amené à employer le courant ascendant, et à n'électriser que la moelle. L'électrisation de la moelle et des nerfs (courants spino-nerveux) ne nous a jamais donné d'aussi bons résultats que l'électrisation directe de la moelle, et à moins d'atrophie musculaire, nous plaçons toujours les deux pôles sur les vertèbres, et nous les maintenons pendaut six à dix minutes sans faire d'interruption.

Sans vouloir poser comme règle absolue l'emploi du courant ascendant, nous croyons qu'il est presque toujours pré-

férable au courant descendant, et nous avons eu l'occasion de voir chez un ataxique des phénomènes consécutifs très tranchés, selon la direction du courant. Ce malade, qui avait été très notablement amélioré pendant plusieurs années par l'emploi du nitrate d'argent qui lui avait été prescrit par Charcot, fut repris presque subitement de symptômes ayant une forme aiguë. Il souffrait surtout de douleurs extrêmement violentes qui l'empêchaient de dormir et qui ne se calmaient même que très difficilement par les injections sous-cutanées de morphine. Charcot nous pria d'essayer si l'application des courants continus pourrait parvenir à ameliorer ces symptômes, et dès la première séance, en employant un courant ascendant de trente éléments, sur la moelle, nous fîmes disparaître les crampes et les douleurs lancinantes dans les jambes. La nuit fut excellente sous ce rapport, mais par contre le malade avait une excitation générale, de la fièvre et de l'inappétence. Nous essayâmes cependant encore l'emploi des courants continus ascendants et le résultat fut identique, car il y eut de l'excitation générale et même cérébrale, tandis que les douleurs disparurent complètement. Cette excitation nous fit remplacer les courants ascendants par les courants descendants. Aussitôt les symptômes généraux changèrent complètement; il n'y eut plus d'excitation, mais les crampes reparurent très violentes dans les jambes. Le lendemain, de nouveau courant ascendant, et comme les jours précédents, disparition des douleurs dans les muscles, mais état général très surexcité. Enfin, seconde application d'un courant descendant et retour des douleurs lancinantes, et cessation de l'excitation générale.

Certes, jamais nous n'avons vu l'influence de la direction être manifestée si nettement, mais nous devons avouer en même temps que, dans ce cas, l'action thérapeutique des

courants continus fut plus nuisible qu'utile, et que le traitement ne put être continué. C'est le seul cas où nous ayons vu un résultat aussi désavantageux, et peut-être faut-il l'attribuer aux conditions dans lesquelles se trouvait le malade, car l'affection était à ce moment dans une période presque aiguë, et après une longue série d'années, la maladie récidivait avec une grande violence.

Peut-être devons-nous en même temps nous accuser d'avoir agi trop énergiquement dès le début du traitement. Nous avons laissé les courants traverser la moelle pendant un temps très long (20 à 25 minutes), et nous les maintenions assez intenses. Nous venions de soigner plusieurs ataxiques ; nous avions avec avantage employé des courants énergiques, et nous étions persuadés que l'on peut employer des courants très forts sans produire aucun accident, ni aucune excitation consécutive.

Contractures dans l'ataxie locomotrice. — Nous sommes convaincu que si, dans certains cas, les courants continus amènent de l'amélioration, cela est dû principalement à leur influence sur l'état de contracture des muscles. Or, dans l'ataxie locomotrice, il est incontestable qu'il existe un état de tension des muscles, une sorte de contracture généralisée.

Nous ferons remarquer avant tout qu'il ne faut pas donner au mot contracture le sens qu'on lui attribue d'ordinaire et qui suppose une rigidité complète des fibres musculaires : ce n'est là que le degré extrême de la contracture; mais celle-ci existe déjà dès qu'il y a une diminution dans la souplesse naturelle des muscles et une certaine difficulté à revenir rapidement dans le relâchement après une contraction volontaire. Nous n'entendons donc pas parler de la contracture énergique, spasmodique, ni de la contracture passive

avec raccourcissement et rigidité complète, mais d'un état de contracture beaucoup plus faible, quoique suffisant pour entraver le fonctionnement normal de la fibre musculaire, et que nous proposons d'appeler *contracturie*, diminutif de *contracture*, de même que *parésie* est le diminutif de paralysie.

Cet état de contracture existe dans un grand nombre de maladies des centres nerveux, alors même que les nerfs moteurs n'ont subi aucune altération. La raideur musculaire est, il est vrai, au début, très difficile à apprécier, mais le malade en a parfaitement conscience. Dans certaines variétés de la paralysie agitante, il est facile d'étudier cette forme de contracture ; le malade peut, en effet, faire les mouvements les plus compliqués, et il n'y a pas de paralysie proprement dite; seulement les mouvements se font lentement, péniblement, et dès qu'ils deviennent un peu étendus, ils sont douloureux à cause de la tension que subissent les muscles antagonistes; on sent à la palpation les muscles se raidir et opposer une résistance assez considérable aux mouvements que le malade veut exécuter. C'est principalement dans les mouvements en haut et en arrière du bras que le malade s'aperçoit de cette tension musculaire, et il se plaint lui-même d'une raideur considérable qui rend ses membres lourds et tous ses mouvements difficiles. Cette raideur musculaire est même dans une des formes de cette affection, le seul symptôme appréciable, car il n'existe ni tremblement, ni paralysie réelle, mais uniquement une rigidité de tous les muscles qui augmente dans certaines positions et pour certains mouvements volontaires.

On retrouve ces troubles de la musculation dans la sclérose des cordons latéraux, dans la sclérose des cordons postérieurs, dans les lésions encéphaliques, dans certaines

formes d'hypochondrie, en un mot dans la plupart des affections du système nerveux central. On peut poser en loi générale : que cet état de contracture ou contracturie existe en partie ou en totalité chaque fois que les régions motrices proprement dites sont saines, *mais voisines ou en rapport avec des régions lésées*. Nous insistons sur la nécessité de l'état d'intégrité de la région motrice, car dès que celle-ci est altérée la contracture disparaît pour faire place à de la paralysie et à de l'atrophie musculaire. C'est pour cela que, dans la plupart des affections chroniques de la moelle, la contracture précède l'atrophie et persiste seule aussi longtemps que les cordons antérieurs ne sont point atteints.

Ajoutons encore que la *contracturie* est pour le muscle le premier symptôme de conditions anormales, soit directes, soit indirectes. La fibre musculaire à l'état sain est flexible, extensible, mais dès que sa nutrition propre est modifiée ou dès que l'irritabilité de son nerf moteur est légèrement augmentée, elle devient moins souple et moins extensible. Normalement, la fibre musculaire renferme, en effet, un plasma semi-liquide qui devient plus dense et plus ou moins coagulé dès qu'il y a un trouble de nutrition ou une légère irritation; c'est cette modification chimique qui constitue les différents degrés de contracture. La transformation du plasma de semi-liquide en un état plus concentré se fait avec une facilité extrême et c'est pour cela qu'il y a peu d'affections qui ne produisent cette modification et qui ne déterminent des troubles dans la musculation.

Dans l'ataxie locomotrice, la transformation des cordons postérieurs en un tissu étranger devient une cause d'excitation pour les régions antérieures de la même région et provoque ainsi de la contracturie pour les muscles correspon-

dants. Cette contracturie se retrouve aussi bien dans les muscles des yeux que dans ceux des membres. Les troubles oculaires sont ceux qui ont le plus attiré l'attention des médecins, mais on les a presque toujours considérés comme la conséquence de paralysies partielles. Sans nier que dans quelque cas il y ait des symptômes réels de paralysie nous sommes persuadés que, dans la majorité des cas, il existe bien plutôt des contractures. Si la distinction n'a pas été faite souvent, c'est que les symptômes sont identiques, qu'il y ait paralysie d'un muscle ou contracture de son antagoniste, et qu'en général on a une tendance naturelle à attribuer tout d'abord cette diplopie à une influence paralytique. Ajoutons de plus que la contracturie est toujours accompagnée d'une légère lenteur dans les mouvements et de faiblesse fonctionnelle.

Nous avons observé à plusieurs reprises que dans les troubles oculaires chez les ataxiques il n'y avait aucune paralysie proprement dite. Souvent chez le même malade, et dans un intervalle très court, la contracturie se porte alternativement d'un muscle à l'autre ; on voit, par exemple, la contracturie du droit externe alterner avec celle du droit interne. De plus, quand on fait exécuter des mouvements à l'œil dans lequel on croit qu'il existe des phénomènes paralytiques, l'autre œil restant fermé, on est quelquefois tout surpris de voir des mouvements que l'on croyait abolis se faire alors aussi facilement qu'à l'état normal.

L'observation suivante du D[r] Camuset, montre d'une façon très nette comment, la plupart du temps, on pose le diagnostic « paralysie des muscles » quand, au contraire, ces muscles sont atteints de contracture, ou tout au moins de contracturie.

Mme V..., souffre de douleurs vagues à forme fulgurante dans les membres inférieurs et de douleurs en ceinture à la suite desquelles surviennent des nausées. Elle a été atteinte, il y a quelques mois, d'une diplopie qu'un médecin oculiste, consulté à cette époque, a attribuée à une paralysie du droit externe à droite; il ordonne des pilules de nitrate d'argent et de l'iodure de potassium. Après une période de rémittence, la diplopie s'est de nouveau manifestée. Quand j'examine la malade, je constate un strabisme convergent à droite et une diplopie homonyme; ces deux signes me font penser d'abord, comme mon confrère, à une paralysie du droit externe, mais en poussant plus loin l'examen j'observe les symptômes suivants : 1° la pupille est rétrécie et se dilate mal comparativement à celle de l'œil gauche; 2° les mouvements en haut et en bas sont impossibles; je constate en même temps qu'il existe de la diplopie en hauteur au-dessus et au-dessous du plan horizontal passant par les yeux; 3° la paupière supérieure est parfaitement relevée; 4° il existe à droite un spasme de l'accommodation, qui permet à la malade de lire de très près, tandis que la vision des objets éloignés est confuse; l'œil gauche est emmétrope. Cet ensemble de faits ne peut se rapporter qu'à une contracture de la troisième paire dans son ensemble.

En effet, si l'impossibilité des mouvements d'abduction peut être expliquée par la paralysie du droit externe, aussi bien que par la contracture du droit interne, on ne peut attribuer à la sixième paire l'impossibilité des mouvements du globe en hauteur; tandis qu'on peut les rapporter à une contracture simultanée des droits supérieur et inférieur. Il en est de même du resserrement exagéré de la pupille à droite et de l'exaspération de la faculté accommodatrice.

En somme, si les symptômes les plus apparents (diplopie homonyme, strabisme convergent) permettent de croire au premier abord à une paralysie de la sixième paire, tous les autres symptômes (myosis, spasme de l'accommodation, diplopie en hauteur) ne peuvent être attribués qu'à la contracture de la troisième paire, à laquelle conviennent également les deux premiers symptômes énoncés.

Les troubles moteurs des membres dans l'ataxie locomotrice sont des plus caractéristiques; mais, comme l'ont bien fait ressortir Trousseau et Duchenne (de Boulogne), l'ataxie des mouvements est indépendante de toute paralysie. Cette indépendance est tellement nette qu'elle donna naissance, pour l'explication des troubles moteurs chez les ataxiques, à un grand nombre de théories plus ou moins hypothétiques. Nous ne pouvons nous étendre sur les opinions

émises sur la faculté coordinatrice et sur les localisations qui furent faites de cette fonction d'abord dans le cervelet, puis dans les cordons postérieurs de la moelle; mais nous ferons remarquer que l'idée dominante dans ces théories était toujours de rechercher une fonction coordinatrice proprement dite. Plus tard, et avec plus de raison, on fit jouer à la perte de la sensibilité un grand rôle dans les phénomènes ataxiques, et comme la perte ou la diminution de la sensibilité est un symptôme constant, on considéra l'incoordination comme le résultat de la perturbation des actions réflecto-motrices. Cette explication, qui a pour elle un grand nombre de faits incontestables, ne peut cependant être admise d'une façon absolue, car dans bien d'autres affections la sensibilité tactile, et même musculaire, a complètement disparu sans qu'il y ait de l'incoordination des mouvements. Il y a donc autre chose et le phénomène est plus complexe. C'est cette autre chose (comme nous l'avons déjà indiqué dans l'article CONTRACTURE du *Dictionnaire encyclopédique*) que nous croyons être précisément le résultat des contractures, ou mieux des contracturies qui existent dans les muscles, dès le début du *tabes*.

A la dernière période de l'ataxie locomotrice, les phénomènes de contracturie sont des plus marqués; on voit alors très nettement les muscles tendus, rigides, et comme à cette période les malades sont presque toujours très amaigris, on peut parfaitement se rendre compte de l'état de raideur de la plupart des muscles, qui souvent font même saillie sous la peau. Pour les muscles de l'abdomen et du thorax, cet état de contracture est également très prononcé, et les malades en accusent la sensation d'une façon très nette; leur poitrine ne peut se dilater facilement, et ils sont, disent-ils, serrés comme dans un étau.

Nous avons observé un malade arrivé à la dernière période de l'ataxie locomotrice, où tous les phénomènes pouvaient être réunis en ce seul symptôme : contracture spasmodique de tous les muscles de l'organisme, soit des muscles lisses, soit des muscles striés. Du côté de la gorge il avait une difficulté extrême à avaler et un sentiment de constriction, sans que l'examen laryngoscopique fait par plusieurs spécialistes n'ait jamais rien dévoilé. Difficulté à respirer et, selon son expression, une crispation de la poitrine. Ténesme anal et les matières arrivent minces, serrées et par intervalles. Ténesme vésical et difficulté extrême à laisser passer la sonde. Les jambes raides et souvent le pied abaissé formant une sorte de pied bot identique aux déviations du pied par contracture des muscles de la jambe. Il va de soi, que les douleurs étaient continues et que tout traitement stimulant les augmentait.

Au début de l'affection, ces symptômes sont loin d'être aussi prononcées et surtout aussi généralisés ; mais ils existent, et la preuve en est fournie et par la sensation qu'éprouvent les malades et par l'inspection directe des muscles. Chez un ataxique à la première période, aucun symptôme ne concorde, en effet, avec des phénomènes paralytiques, tous les mouvements sont possibles et ont l'étendue et l'énergie ordinaires, et s'il y a quelques modifications à ce point de vue, elles sont toujours très faibles et insignifiantes, surtout en comparaison des troubles moteurs qui ont lieu. Avant tout, le malade se plaint de raideurs, de tension musculaire ; il a conscience d'un état de rigidité dans les muscles et d'une diminution notable de souplesse dans ses mouvements. Parfois il se sent bridé dans ses mouvements ; il peut, il est vrai, vaincre cet obstacle, mais il est obligé de faire un effort et d'y prêter, à chaque mouvement,

une attention soutenue. Ce sont ces efforts et cette lutte constante entre sa volonté et la contraction de ses muscles qui rendent sa marche pénible et fatigante. Ce sont bien là les caractères typiques non d'un affaiblissement musculaire, mais d'un premier degré de contracture. A la palpation, d'ailleurs, on sent les muscles tendus, durs et même souvent un peu douloureux à la pression.

La marche si caractéristique des ataxiques est une preuve de plus de la contracturie des muscles; la jambe est fortement tendue, légèrement incurvée de manière à former un arc de cercle ouvert en avant. Cela tient à la contraction énergique du triceps fémoral, qui porte le genou en arrière et qui maintient presque constamment le membre dans l'extension; le pied même, pendant le moment du repos, est à demi fléchi sur la jambe, la pointe du du pied est presque constamment portée en haut, et le malade frappe du talon et use presque toujours sa chaussure en arrière et en dedans. Il n'y a personne qui n'ait été frappé de cette marche, qui est le résultat non d'impotence mais bien de raideur musculaire. Les muscles restent tout le temps tendus et ne passent jamais à l'état de repos complet. Pour imiter la marche des ataxiques, il suffit d'ailleurs de donner à ses membres inférieurs une raideur constante et d'éviter tout mouvement où la souplesse et l'élasticité musculaires entrent en jeu.

Cette raideur dont les malades ont parfaitement conscience détermine souvent un retard dans les mouvements. Ce retard varie selon les conditions : il est moins grand lorsqu'on fait exécuter à l'ataxique des mouvements dont il est averti d'avance, et surtout lorsqu'il répète des mouvements identiques à ceux qu'il vient de produire; mais ce retard augmente lorsqu'on fait changer brusquement la di-

rection des mouvements, et surtout lorsque le malade est depuis longtemps au repos dans une position fixe. Nous avons observé un ataxique chez lequel le phénomène était des plus prononcés et durait quelquefois plusieurs secondes; lorsqu'il était, par exemple, étendu assez longtemps sur un fauteuil, la jambe allongée, et qu'il voulait se relever et marcher, sa jambe restait dans la même position d'extension et ce n'était qu'après un ou deux pas qu'il parvenait à la fléchir; on dirait que la fibre musculaire des membres affectés sort difficilement de la position qu'elle a prise, et que chaque fois qu'on veut lui faire exécuter un mouvement, il faut un effort pour vaincre cet état d'inertie et de raideur.

Chez un autre ataxique chez lequel le nerf trijumeau d'un côté de la face était en partie anesthésié et qui se plaignait sans cesse d'une sensation d'engourdissement autour de l'œil, il n'y avait également aucun autre phénomène musculaire qu'un peu de contracture des muscles orbiculaires. Ce malade accusait un sentiment de teusion dans ces régions, mais il n'y avait aucune paralysie.

Avant de montrer comment cette contraction musculaire intervient dans la production de l'incoordination des mouvements, nous devons mentionner l'opinion de Pierret, qui a rapproché avec raison les troubles des muscles de l'œil, de ceux des muscles des membres, mais qui admet que ces troubles moteurs sont le résultat de paralysies plus ou moins complètes et plus ou moins passagères. L'incoordination serait alors le résultat de l'absence d'action de certains muscles et de la prédominance d'action des muscles non paralysés. Pierret s'appuie principalement sur les paralysies oculaires, si communes dans l'ataxie. Nous avons déjà indiqué comment ces troubles, qui, il est vrai, sont presque toujours considérés comme le résultat de paralysies,

sont dus à des contracturies, et nous trouvons même la confirmation de notre manière de voir dans un fait observé par Pierret. « Un jeune homme de vingt-huit ans, dit-il, syphilitique, est atteint d'une sclérose des cordons postérieurs très caractérisée, avec douleurs fulgurantes dans le domaine du nerf ophtalmique de Willis. Il offre à l'œil gauche *tous les signes de la paralysie du nerf moteur oculaire commun*, à savoir : dilatation de la pupille, strabisme externe, chute de la paupière supérieure. Voilà ce que l'on constate tout d'abord mais si l'on fait un examen plus approfondi on constate ce fait intéressant que le malade cesse d'être strabique dès qu'il regarde avec l'œil gauche seulement ; alors aussi on le voit mouvoir cet œil primitivement dévié dans tous les sens, aussi bien en haut qu'en dedans et en bas. Enfin, la paupière supérieure se relève alors parfaitement bien. »

Ainsi voilà un œil où existaient en apparence tous les signes d'une paralysie, et cependant tous les mouvements sont possibles, même l'élévation de la paupière. Il ne peut donc être question de phénomènes paralytiques réels, ce qui confirme notre manière de voir.

Quant aux paralysies des muscles des membres chez les ataxiques, elles sont peu fréquentes. On pourra citer quelques cas où un mouvement des doigts et des orteils sera moins étendu, plus pénible; mais ici aussi les mouvements ne sont pas perdus, ils sont seulement bridés, et c'est bien plutôt une contracture qui influe en sens opposé qu'un état paralytique réel. De plus, c'est surtout à la dernière période ou dans des cas frusques et compliqués de lésions plus étendues de la moelle qu'on trouve des paralysies et même des atrophies ; mais dans les cas types, et à une période peu avancée, il n'existe ni paralysie ni parésie ; le malade exécute les mouvements qu'il veut et dans la direction qu'il veut.

D'un autre côté, si nous considérons les différentes affections où il y a incoordination des mouvements, nous n'y trouvons jamais de paralysies réelles; la forme de l'incoordination, sa nature, sa cause peuvent être différentes, mais toujours elle est le résultat d'un défaut d'équilibre dans la synergie des muscles; en ce sens, que certains groupes musculaires ou des muscles isolés se contractent d'une façon exagérée. Dans la chorée ou dans certaines formes d'ataxie hystérique, il se produit tout à coup une contraction d'un ou de plusieurs muscles, et le membre se trouve ainsi entraîné malgré lui dans divers sens. Mais dans ces affections la contraction est involontaire et elle peut avoir lieu à tous les instants et dans toutes les positions. Dans l'ataxie, au contraire, l'incoordination n'a lieu qu'au moment où le mouvement volontaire s'accomplit, et il peut être plus ou moins limité par la vue.

Ce qui caractérise essentiellement les mouvements incoordonnés de l'ataxique, c'est la *brusquerie de mouvement et surtout l'exagération du mouvement voulu.* L'ataxique porte toujours un membre au delà du but qu'il veut atteindre, et l'on sait combien dans certains cas, lorsque les malades sont étendus sur leur lit, la projection de leurs jambes est folle et sans mesure, au point de risquer de frapper ceux qui les entourent. Dans la marche, l'ataxique lance sa jambe avec une brusquerie saccadée et à pas précipités : il lui est impossible d'avoir une marche lente et mesurée; ses mouvements sont brusques et exagérés et c'est à ces deux éléments si caractéristiques qu'est due l'incoordination.

Cette brusquerie et cette exagération des mouvements sont-elles le résultat d'une excitabilité plus grandes de la région motrice de la moelle? Cette opinion, défendue par plusieurs auteurs, et principalement par le professeur Jaccoud,

est fondée sur un fait vrai, mais en somme elle ne fait que mieux préciser les conditions du phénomène, sans en donner l'explication. D'ailleurs cette brusquerie et cette exagération ne se font que lorsque le malade imprime de lui-même un mouvement, ce qui est contraire à une action réflexe proprement dite, devant être la cause unique du phénomène. Nous insistons principalement sur ce point, que le malade croit lui-même nécessaire cette énergie dans la contraction, et que ce n'est pas seulement par action réflexe, mais par action volontaire, que ces mouvements ont ce type. Le malade ordonne réellement à ses muscles cette contraction plus énergique; il se trompe, il est vrai, mais il n'en est pas moins certain que ces mouvements empruntent quelques-uns de leurs caractères à l'intervention de la volonté. D'ailleurs, dans bien d'autres affections où il y a augmentation de l'excitabilité de la moelle, il n'existe nullement de phénomènes analogues. Il y a donc dans ce défaut de rapport entre le but voulu et l'action musculaire, autre chose qu'une simple exagération fonctionnelle des nerfs moteurs.

Pour nous, la brusquerie et l'exagération des mouvements sont le résultat de l'état de contracturie des muscles des membres affectés. Voilà, en effet, ce qui se passe : le malade, au moment de faire un mouvement, a la sensation d'une légère résistance, grâce à cette contracturie; cette influence, et en même temps l'impression reçue à la moelle de cette même résistance, agissent ensemble pour imprimer un mouvement plus fort que celui qui devrait avoir lieu normalement.

L'harmonie des mouvements dépend précisément de la mesure de la contraction avec l'acte voulu, et tous les physiologistes sont d'accord sur ce point. L'énergie, l'étendue

des mouvements dépendent des renseignements reçus par la moelle et qui lui sont fournis par le sens musculaire et par le sens du tact. A l'état normal, et pour exécuter un mouvement dont nous avons l'habitude, le muscle se contracte exactement avec la force nécessaire, mais encore ne peut-il le faire avec précision que s'il n'y a aucune résistance et si toutes les fibres musculaires sont souples, car c'est de cette souplesse même que dépend l'exactitude du renseignement transmis à la moelle. Chez l'ataxique, *le renseignement arrive faux* à la moelle, car la sensation de tension et de résistance fait que les irradiations motrices deviennent plus énergiques, le malade croyant devoir faire un travail plus considérable que celui qui doit être fait réellement. D'un côté lui-même, par l'influence de sa volonté, et d'un autre côté la moelle par action réflexe, agissent en proportion de l'impression transmise et de la résistance perçue, mais c'est cette impression qui est erronée, et cette résistance qui est trompeuse. Il arrive alors ce qui nous arrive chaque fois que nous faisons un effort plus grand qu'il n'est nécessaire pour vaincre un obstacle, le mouvement est brusque et trop énergique, et nous dépassons le but. Si, par exemple, nous voulons forcer une porte que nous croyons bien fermée, ou tout autre obstacle de ce genre, et si, contrairement à notre impression et à la force que nous avons déployée, elle vient à céder brusquement, nous nous trouvons dans les conditions de l'ataxique, car nos mouvements dépassent le but avec une brusquerie inévitable. En un mot, ce type de mouvement a lieu chaque fois que notre effort est plus considérable que l'obstacle que nous croyons avoir à vaincre. Or, l'état de contracture des muscles chez l'ataxique non seulement donne la sensation d'une résistance à vaincre, mais au premier moment il offre encore une

certaine difficulté à la contraction normale. La fibre musculaire est moins prompte à obéir à l'influx nerveux, et ce léger temps d'arrêt fait justement que la résistance à surmonter paraît plus considérable et qu'instinctivement nous forçons la contraction.

Nous avons dit plus haut que nous avons observé très souvent un retard assez considérable entre le moment de la volonté d'un mouvement et l'exécution de ce mouvement; c'est précisément ce retard qui, ajouté à la fausse impression de résistance, détermine la brusquerie et l'exagération du mouvement volontaire; l'ataxique, pour me servir d'une comparaison qui exprime bien notre pensée, enfonce constamment des portes ouvertes. — De là aussi sa fatigue, sa lassitude au bout de fort peu de temps, alors même qu'il a les yeux fixés sur ses jambes. Lorsqu'il s'aide de sa vue, il peut diminuer beaucoup l'incoordination de ses mouvements, mais il ne s'en fatigue pas moins, car il est alors entraîné à faire un effort en sens inverse; il est obligé, par la volonté, de combattre l'impression du sens musculaire, de faire sans cesse un effort cérébral pour diminner l'excitation réflexe médullaire, et, en même temps, de brider ses mouvements automatiques par les antagonistes. Aussi, fait curieux et inexplicable dans toute autre théorie, l'ataxique qui marche encore seul, se fatigue plus, en modérant ses mouvements, en cherchant par la vue à en diminuer l'incoordination, que lorsqu'il s'abandonne, tant bien que mal, à ses mouvements ataxiques, ne s'occupant pas trop de ses jambes, et ne se souciant nullement d'avoir une marche correcte. C'est que dans ce cas, malgré des contractions trop énergiques, il n'y a plus de lutte entre les renseignements trompeurs du sens musculaire et la volonté; le malade, comme à l'état normal, laisse la moelle indépendante et livrée à ses actions ré-

flexes; aussi, quoiqu'il y ait exagération et dépense inutile de travail, la fatigue devient moins considérable que lorsqu'il y a une attention soutenue, et que le cerveau est à chaque seconde obligé de modifier les actions réflexes.

C'est encore pour la même raison que la station debout chez l'ataxique devient promptement si fatigante ; il se figure, en effet, éprouver des résistances dans un sens ou dans l'autre, et il s'entraîne de lui-même en dehors de son équilibre stable. La station comme la marche demande la contraction de certains muscles, et des renseignements exacts du sens musculaire, et, ici aussi, les muscles qui sont contractés croient devoir dépenser une force plus grande. Aussi, dans la station, l'oscillation de l'ataxique, si on analyse bien les divers mouvements, est, en premier lieu, d'arrière en avant, car ce sont les muscles plus puissants du tendon d'Achille qui, par leur contracture, soulèvent légèrement le talon, en même temps que ceux du tendon de la rotule se contractent pour maintenir la jambe rigide.

Tout le monde sera certainement frappé de ces phénomènes chez les ataxiques, et cet état permanent de la fibre musculaire eût été déjà souvent signalé, si on n'attribuait point au mot contracture une idée autre que celle que nous lui donnons ici. On suppose toujours que ce mot ne peut représenter qu'un raccourcissement très marqué, et une rigidité extrême. Mais de même, comme nous l'avons déjà dit, qu'à côté des phénomènes paralytiques proprement dits on a été obligé d'admettre un état moins prononcé, qui n'est pas encore la paralysie mais qui n'est plus l'état normal, la *parésie*, de même on doit donner un nom un peu différent à cet état de tension musculaire, qui est à la vraie contracture ce que la parésie est à la paralysie. C'est cette *contracturie* que nous signalons dès le début chez les

ataxiques, et qui, aux périodes plus avancées et selon les complications, arrive souvent à être une contracture réelle et aussi marquée que dans d'autres affections.

Points sensibles de la moelle dans l'ataxie locomotrice. — Nous avons vu, dans le paragraphe consacré à l'irritation spinale, que les rhéophores promenés sur la colonne vertébrale déterminent en certains points, selon la partie de la moelle qui est affectée, une douleur très vive. Depuis, nous avons eu l'occasion d'observer des faits analogues dans les cas d'ataxie locomotrice au début de l'affection, et surtout lorsqu'il existe de l'excitation de la partie inférieure de la moelle. Dans des cas d'altérations anciennes du centre spinal, ces phénomènes n'existent pas, ou sont très rares. L'observation suivante, où les troubles de la vue ont précédé les autres symptômes, est la première où nous ayons constaté ces points douloureux.

M. C..., âgé de quarante-deux ans, tonnelier, a eu une syphilis à l'âge de vingt-quatre ans. — Guérison complète sans accidents consécutifs. — En 1865, il s'aperçoit qu'il voit un peu moins de l'œil droit et éprouve en même temps de violents maux de tête. En 1867, il ne voit plus du tout de l'œil droit et vient à Paris consulter M. Sichel. — Traitement mercuriel et iodique. — L'œil droit reste complètement perdu et l'œil gauche commence un peu à s'affaiblir. Il n'éprouve encore à cette époque aucune douleur dans les jambes, aucune incertitude dans la marche.

En 1868, au mois d'août, il revient à Paris consulter M. Desmarres : — la vue du côté de l'œil gauche est restée la même, mais le malade accuse de l'engourdissement dans la jambe droite, et des douleurs lancinantes de temps en temps, mais à de très rares intervalles. Traitement : pilules de nitrate d'argent.

Jusqu'au mois d'octobre 1867, le malade prend toujours des pilules de nitrate d'argent et de l'iodure de potassium. A partir de cette époque, il cesse tout traitement. Son état d'ailleurs, en restant stationnaire quant à la vue, s'est aggravé du côté du centre spinal. Il ressent surtout dans la jambe droite des douleurs qu'il compare à des crampes, et éprouve un engourdissement presque constant dans les deux jambes. Il lui semble, selon son expression, qu'il marche quelquefois comme un homme ivre. La marche

cependant est encore facile et assez bonne et la sensibilité est conservée dans les membres inférieurs.

En promenant sur toute la colonne vertébrale les tampons d'un courant continu de quarante éléments, on rencontre du côté droit, au niveau de la première vertèbre lombaire, un point très douloureux; du côté gauche et au même niveau, l'application des électrodes donne une sensation normale. Des deux côtés de la colonne vertébrale et à sa partie tout à fait inférieure, il existe également une sensation très douloureuse au contact des électrodes.

Nous fîmes passer sur la moelle un courant continu de force moyenne, en mettant le pôle positif sur les points douloureux et un peu au-dessous, et le pôle négatif plus haut sur la région dorsale. Au bout de cinq à six séances, l'hyperesthésie au contact des électrodes avait diminué en ces différents points, et elle disparut complètement à la neuvième séance. En même temps, les douleurs dans les jambes qu'éprouvait le malade avant le traitement n'avaient plus reparu, et les fourmillements avaient notablement perdu de leur intensité. Au bout de vingt séances, les symptômes morbides de la motilité et de la sensibilité avaient disparu, mais les troubles du côté de la vue n'avaient pas été modifiés.

— Chez un malade qui depuis deux ans s'était aperçu en premier lieu de pertes d'érection, et qui peu à peu avait senti quelque fourmillement dans les jambes, de légères crampes et de la titubation en fermant les yeux, nous avons également rencontré, au niveau des vertèbres lombaires et des deux côtés de la moelle épinière, deux points excessivement douloureux lorqu'on y plaçait les tampons. Ce malade est encore en traitement, mais déjà, après huit séances, l'hyperesthésie a presque entièrement disparu, et les phénomènes d'excitation se sont beaucoup améliorés.

Chez aucun de ces malades la pression ou le contact de l'eau chaude ne déterminent de sensation plus prononcée qu'aux autres points de la colonne vertébrale.

L'existence de ces points douloureux peut avoir une grande importance, car elle indique probablement une congestion de la moelle correspondant aux régions où l'on rencontre cette sorte d'hyperesthésie. A la pression, on trouve également souvent des points douloureux, mais cet examen ne donne pas des indications aussi délicates que l'examen par les courants, car partout où la pression détermine de la douleur, les courants continus produisent une sensation du même genre, tandis que la réciproque n'est pas

vraie, car le contact des électrodes donne une impression douloureuse dans des points où la pression n'influe en rien.

On peut par ce moyen connaître à peu près les régions de la moelle où l'affection est localisée, ou du moins les régions correspondant à des phénomènes congestifs. C'est là une indication précieuse non seulement pour l'application de l'électricité, mais encore pour les médications révulsives et le traitement hydrothérapique.

AFFECTIONS CHRONIQUES DE LA SUBSTANCE GRISE DE LA MOELLE

Atrophie musculaire progressive.

Sans nous étendre sur les recherches anatomo-pathologiques, nous dirons que toutes les autopsies faites avec soin dans ces dernières années sont venues confirmer les idées de Cruveilhier qui, le premier, avait soupçonné dans la moelle elle-même, la cause des altérations musculaires, de l'Atrophie musculaire progressive.

Dans les examens histologiques faits par Frommann, Luys, Duménil, Lurkhart-Clarke, Charcot et Joffroy, Hayem, la principale lésion paraît se limiter à la substance grise. Charcot surtout a appelé l'attention sur ce point, et nous lui empruntons les détails suivants, que nous croyons utile de faire connaître, même au point de vue du traitement.

Dans deux cas d'atrophie musculaire progressive, l'examen de préparations durcies par l'acide chromique et colorées par le carmin, fait connaître des altérations qui portent les unes sur les faisceaux antéro-latéraux et les autres sur les

cornes antérieures. Les faisceaux blancs postérieurs étaient complètement sains, tandis que les altérations des faisceaux antéro-latéraux étaient celles de la sclérose.

« Dans l'examen de la substance grise [1], le haut degré d'atrophie qu'ont subi, dans les cornes antérieures, la plupart des cellules nerveuses, frappe tout d'abord; il est évident en outre qu'un certain nombre de ces cellules ont disparu sans laisser de traces. Ce sont surtout les cellules du groupe interne ou antérieur qui ont subi les altérations les plus profondes; ici toutes les cellules qui ont persisté sont plus ou moins atrophiées, tandis que dans le groupe externe on en rencontre sur la plupart des préparations une, deux, trois et même parfois quatre qui ont conservé, à peu près, les dimensions et tous les autres caractères de l'état sain. Parmi les cellules atrophiées, les unes, bien que six ou sept fois plus petites que dans l'état normal, ont cependant conservé leur forme étoilée, leurs prolongements, et possèdent encore un noyau et un nucléole distincts. Les autres ne sont plus représentées que par de petites masses irrégulièrement anguleuses, sans prolongement, jaunes, brillantes, d'aspect vitreux; et en pareil cas, le noyau n'est en général plus distinct.

» Toutes ces altérations peuvent être appréciées d'une manière rigoureuse, lorsque les parties malades sont comparées aux parties correspondantes sur des coupes de moelle provenant de sujets sains. Nous avons pris pour terme de comparaison de très belles préparations de moelle saine que nous devons à l'obligeance de Luckhart-Clarke. »

Dans l'examen histologique de la moelle d'un autre cas, à côté de ces lésions, il existe de longs canaux qui parcou-

1. *Archives de physiologie*, n°s 4, 5 et 6 (1869), Charcot et Joffroy, *Deux cas d'atrophie musculaire progressive.*

rent l'organe dans le sens de son grand axe. Sur les coupes, ces canaux se présentent sous la forme de grandes lacunes assez régulièrement ovulaires et occupent une partie de la substance grise dont les divers éléments ont disparu. Ces divers canaux sont en partie comblés par une substance amorphe, transparente, finement grenue, qui se continue sans ligne de démarcation bien tranchée avec le tissu avoisinant, qui présente lui-même les caractères de la dégénération granuleuse.

« A quel genre d'altération [1] faut-il rapporter la formation de ces cavités accidentelles ? Sont-ce là d'anciens foyers d'hémorrhagie ou de ramollissement? L'absence d'une membrane limitante et de toute trace de pigmentation vitreuse, la nature même du contenu des foyers, et enfin la non existence dans les antécédents pathologiques d'un affaiblissement ou d'une paralysie des membres à début brusque suffit, croyons-nous, pour écarter cette hypothèse.

» Nous pensons que ces cavités sont le résultat et comme le dernier terme de ce mode particulier du ramollissement du tissu médullaire et plus spécialement de la substance grise que L. Clarke décrit sous le nom de *désagrégation granuleuse*. On sait que, d'après la description qu'a donnée cet auteur du processus morbide dont il s'agit, les premiers indices de l'altération se font reconnaître au voisinage des ramifications vasculaires, sous forme d'espace à contours plus ou moins irréguliers où le tissu nerveux se montre notablement ramolli et plus transparent que de coutume. En ces points, on trouve les cylindres d'axe dépouillés de leurs gaines de myéline; celle-ci s'est désagrégée, segmentée, et se trouve réduite à l'état de petits blocs ou de masses glo-

1. Charcot et Joffroy, *loc. cit.*, p. 749.

buleuses. On ne trouve qu'assez rarement mêlés à ces globules les *corps granuleux* du ramollissement ordinaire. A un degré plus avancé, les parties affectées sont devenues presque translucides, d'une consistance plus molle encore, semi-liquide, et les fragments qui résultent de la désagrégation des éléments nerveux ne sont plus que de très fines particules. Enfin, au plus haut degré de l'altération, par suite de la dissolution qu'ont subie, non seulement les détritus des éléments nerveux, mais encore de la trame conjonctive, il s'est produit des aréoles ou foyers remplis d'une substance molle, transparente, finement grenue, ou même parfois d'un liquide visqueux tenant en suspension de fines granulations. »

Quoi qu'il en soit, ce qui ressort de la majorité des autopsies d'amyotrophie progressive, c'est une altération des cellules de la substance grise, et surtout des cornes antérieures, car l'intégrité absolue des cellules des cornes postérieures a été plusieurs fois signalée. On a également remarqué, qu'il existait une concordance absolue entre le siège des altérations des cellules d'où émanaient les nerfs moteurs, et la localisation particulière dans les diverses régions du corps.

On a admis pendant longtemps et quelques médecins admettent encore que dans l'atrophie musculaire progressive, il ne s'agit pas d'une lésion du système nerveux conduisant à l'altération trophique des muscles, mais, au contraire, d'une affection primitive des fibres musculaires amenant consécutivement par une marche ascendante des altérations dans les cellules de la moelle.

Cette opinion peut s'appuyer sur quelques faits physiologiques, car très souvent une lésion à une extrémité d'un nerf produit consécutivement l'atrophie des cellules ner-

veuses dont ils émanent. Vulpian et Dickinson ont constaté une diminution du volume de la substance grise chez des amputés qui avaient vécu plusieurs années après l'opération. Mais cette atrophie d'une partie de la moelle n'a aucun caractère commun avec les lésions qu'on observe dans l'atrophie musculaire progressive.

Quelques médecins se sont encore appuyés sur des faits tirés de l'exploration électrique des membres pour admettre que la lésion médullaire est secondaire et non primitive.

Voici comment s'exprime Niemeyer [1] :

« Depuis que l'on est presque généralement tombé d'accord sur ce fait que la persistance de l'excitabilité dans les muscles atrophiés, tant qu'ils renferment encore des éléments musculaires, doit être envisagée comme le siège pathognomonique de l'atrophie musculaire progressive, le débat sur la nature de la maladie a été jugé dans un sens favorable à l'opinion des auteurs qui considèrent l'atrophie musculaire progressive comme une affection primitive des muscles.

» En effet, *dans toute dégénération des nerfs périphériques, l'excitabilité de ces nerfs s'éteint* de très bonne heure, et comme, envisagés à ce point de vue, les nerfs sont périphériques à partir du point où ils sortent du cerveau ou de la moelle épinière, l'atrophie musculaire progressive, dans laquelle les nerfs et les muscles conservent leur excitabilité tant que le muscle n'est pas entièrement détruit, ne peut évidemment pas dépendre d'une dégénération des racines antérieures des nerfs rachidiens. »

Niemeyer ajoute encore :

« La persistance de l'excitabilité contractile des muscles

1. *Traité de pathologie interne*, 2e éd., p. 629 et suiv.

en voie de dégénérescence pourrait faire croire plutôt à une altération centrale du cerveau ou de la moelle épinière, bornée à des foyers d'une faible étendue comme cause première de l'atrophie musculaire progressive; toutefois le degré même de l'atrophie qui, dans aucune autre paralysie cérébrale ou spinale, ne se développe avec une rapidité et une intensité aussi grandes, peut encore être considéré comme un argument suffisant contre une semblable manière de voir. »

L'erreur de Niemeyer tient à plusieurs causes, dont la principale est qu'il semble ignorer ou du moins qu'il ne tient aucun compte de ce fait anatomo-pathologique si constant dans l'atrophie musculaire progressive, que dans les muscles malades on trouve toujours au milieu de fibres altérées des fibres qui sont encore parfaitement saines. S'il est vrai que lorsque les nerfs ou les centres sont dégénérés, l'excitabilité des nerfs périphériques s'éteint, cela ne prouve en aucune façon qu'il en soit de même lorsqu'une partie seulement des nerfs vient à être altérée. Or, nous avons vu que l'examen histologique de la moelle nous enseignait qu'une partie seulement des cellules motrices étaient atrophiées ou détruites, et que par conséquent, parmi les nerfs moteurs qui provenaient de ces régions médullaires, il y avait à côté de nerfs altérés, d'autres qui étaient encore à l'état normal. L'argument de Niemeyer n'a donc pas la valeur qu'il suppose et ne prouve nullement que l'affection des muscles soit primitive.

L'examen histologique des muscles indique, d'un autre côté, que parmi des fibres atrophiées il en existe encore qui sont parfaitement saines.

Le mode d'atrophie dans cette affection est d'ailleurs presque spécial. Il est caractérisé par la diminution gra-

duelle de volume des faisceaux striés, dont l'enveloppe ou *sarcolemme* revient sur elle-même, à mesure que son contenu strié disparaît. En même temps les stries deviennent de moins en moins évidentes et il se dépose des granulations dans les faisceaux. Les stries n'ont tout à fait disparu et le faisceau n'a complètement l'aspect granuleux qu'à l'époque à peu près où ce cylindre a perdu environ la moitié de son diamètre. Il n'est pas rare pourtant de voir des faisceaux qui n'ont plus de stries, et ne sont pas encore devenus moitié plus petits, tandis que d'autres, réduits au tiers de leur diamètre, ont encore des stries longitudinales et transversales évidentes [1].

Benedikt [2] a observé que dans l'atrophie musculaire progressive l'épuisement de la contractilité est plus rapide qu'à l'état normal, et comme Remak, il dit que les contractions réflexes sont bien plus prononcées. Enfin l'excitabilité des troncs moteurs est tantôt normale, tantôt augmentée et tantôt diminuée.

Elle est quelquefois diminuée pour des muscles qui n'ont encore aucune altération apparente, tandis qu'elle est augmentée lorsque l'atrophie et la paralysie sont très manifestes.

Comme nous le verrons dans le chapitre consacré à l'étude du système musculaire, lorsque les nerfs périphériques ou les cellules nerveuses dont ils proviennent sont altérés, les muscles perdent toujours leur contractilité farado-musculaire [3], mais il n'en est pas de même pour la contractilité

1. Robin, *Note sur l'atrophie des éléments anatomiques* (*Soc. de biologie*, 1854).
2. *Loc. cit.*, p. 384.
3. Nous désignons par *contractilité farado-musculaire* celle qui a lieu sous l'influence des courants induits ou faradisation; et par *contractilité galvano-musculaire*, celle qui a lieu sous l'influence des courants continus ou galvanisation. Cette distinction est nécessaire dans beaucoup de cas.

galvano-musculaire. Celle-ci peut augmenter, diminuer ou être abolie selon les cas. En général, elle est abolie ou diminuée lorsque la lésion nerveuse est rapide, et qu'elle entraîne promptement des altérations trophiques. Elle est au contraire augmentée lorsque la fibre musculaire est privée de l'influx nerveux et qu'elle ne subit que de lentes altérations trophiques.

Voici ce que nous avons observé dans les cas d'atrophie musculaire, et cette observation vient confirmer d'une manière très nette que l'altération de la moelle est primitive et non consécutive.

La contractilité persiste pour les courants induits, mais elle est un peu affaiblie et se soutient moins longtemps.

Pour les courants continus appliqués directement sur les muscles, nous avons constaté à plusieurs reprises que ces *contractions étaient aussi fortes et même plus énergiques que lorsqu'on électrise les nerfs moteurs*. Ce phénomène indique d'une manière certaine que l'altération des muscles n'est pas primitive, et que les nerfs périphériques ont été altérés avant les muscles[1]. On peut, en effet, d'après la seule inspection des phénomènes que présente la contractilité farado et galvano-musculaire, indiquer d'avance le genre de lésions qu'a subies le muscle, et nous verrons également dans d'autres affections combien cet examen est utile pour le diagnostic et le pronostic.

Le courant ascendant donne des contractions plus fortes que le courant descendant, ce qui indique que les actions réflexes sont très évidentes et même augmentées.

Dans quelques cas, l'électrisation des nerfs moteurs avec les courants continus détermine des contractions plus

1. Voy. le chapitre : *Des différences d'action des courants induits et des courants continus dans certains cas pathologiques des muscles striés.*

facilement que sur des membres sains, ce qui semble démontrer qu'à une certaine période de la maladie les nerfs périphériques ont plus d'excitabilité qu'à l'état normal.

Le traitement de l'atrophie musculaire progressive doit, quant aux applications de l'électricité, être limité à l'emploi des courants continus, en plaçant le pôle positif sur la colonne vertébrale et le pôle négatif du côté des muscles affectés. Il est indispensable en même temps d'agir sur le système sympathique, et dans la paralysie progressive bulbaire c'est pour ainsi dire la seule application qui soit utile. Il faut naturellement s'attendre dans ces affections à un grand nombre d'insuccès, mais dans quelques cas nous avons été étonnés du résultat obtenu. Chez un médecin atteint d'atrophie musculaire progressive, nous avons vu la maladie non seulement être arrêtée, mais rétrograder. La maladie avait d'ailleurs suivi une marche assez anormale; elle avait débuté par les bourses tendineuses des muscles de l'avant-bras, et il y avait des poussées inflammatoires qui déterminaient du gonflement, de la chaleur et un peu de douleur. Mais souvent même après cette petite crise, la force augmentait dans les muscles.

Les cas où l'on peut espérer une amélioration réelle et durable, sont ceux où l'atrophie musculaire est arrivée à la suite d'un excès de fonctionnement des muscles, et surtout lorsque l'atrophie est isolée. Chez un oculariste qui avait constamment à tenir des objets entre le pouce et l'index, il était survenu de l'atrophie des muscles de l'éminence thénar, et comme il s'y joignait un état général assez mauvais, on avait diagnostiqué un commencement d'atrophie musculaire progressive. Un repos de quelques jours et l'électrisation de ces muscles ramenèrent assez facilement l'état

normal, et cette amélioration permit de modifier le diagnostic et surtout le pronostic.

De la paralysie atrophique de l'enfance.

Cette maladie a été désignée sous les différents noms de *paralysie essentielle* de l'enfance, *paralysie atrophique graisseuse* de l'enfance, *paralysie spinale* infantile; mais la meilleure dénomination nous paraît être celle de *paralysie atrophique de l'enfance*, donnée par Duchenne. La plupart des symptômes de cette affection, aussi bien que les lésions anatomiques, sont aujourd'hui parfaitement connus, car toutes les autopsies récentes sont venues confirmer les observations histologiques de Laborde et de Cornil sur l'altération des cellules des cornes antérieures de la moelle [1].

On a voulu trouver la cause de cette affection dans l'hérédité, dans la qualité du lait de la nourrice, dans les émotions mêmes; mais toutes ces causes, cependant, n'ont été que fort peu invoquées. Il n'en est pas de même de la dentition et des indispositions de la première enfance, telles que la diarrhée, la présence de vers intestinaux, les vomissements, que la plupart des médecins, et même Duchenne, admettent comme la cause la plus probable de cette affection.

1. Quoique nous admettions que la lésion primitive, soit l'altération des cellules de cornes antérieures, nous ne serions pas éloignés de croire que, dans certains cas, il y a eu immédiatement et d'emblée, altération périphérique et altération centrale. L'atrophie musculaire est souvent tellement rapide, les douleurs sont tellement localisées, qu'il est probable que, dans ces cas, l'inflammation des nerfs et des muscles est directe et non consécutive à l'affection médullaire. C'est une raison pour laquelle nous préférons la dénomination de *paralysie atrophique de l'enfance* à toute autre, car cette dénomination indique bien l'ensemble des symptômes sans rien préjuger de la lésion primitive, tandis que bien des affections peuvent amener de l'atrophie musculaire à la suite de *paralysie spinale*.

Laborde avec raison, à notre avis, croit qu'on a exagéré l'influence de toutes ces indispositions; mais il n'ose d'une façon précise indiquer l'étiologie probable. Quelques auteurs, Kennedy, Bouchut, ont insisté sur les causes extérieures, et principalement sur le refroidissement, et, quant à nous, nous sommes persuadés que c'est là la vraie cause, et nous dirons même la seule cause.

Chaque fois que nous avons pu avoir des renseignements exacts, nous avons trouvé d'une façon indiscutable que le refroidissement était la cause de cette affection. Souvent les parents, préoccupés avant tout de trouver des causes étranges, et même des « convulsions internes », ne font pas attention à tous les faits qui ont dû amener un refroidissement; mais, depuis que nous avons acquis la conviction que le froid est la vraie cause de cette affection, il est rare que nous ne puissions retrouver des circonstances qui expliquent le refroidissement qui a eu lieu.

D'un autre côté, pour les maladies où, de l'avis de tout le monde, le froid est la vraie cause, il est souvent difficile de retrouver le moment du refroidissement. Ainsi, dans la fluxion de poitrine, dans l'angine rhumatismale, si la plupart du temps le malade peut se rappeler le moment où il s'est refroidi, il arrive quequefois qu'il ne peut rien préciser, et cependant, même dans les cas obscurs, on est en droit d'invoquer comme étiologie le refroidissement. Il suffit, en effet, de savoir que le froid a amené incontestablement un certain nombre de fois cette maladie pour avoir le droit de le considérer, dans les cas où il y a obscurité, comme la véritable cause de la maladie. Il en est de même pour la paralysie atrophique de l'enfance, et ici, de plus, les renseignements sont forcément peu précis, parce qu'un enfant ne peut aussi facilement que l'adulte, remonter aux impressions

de refroidissement, qu'il a éprouvées la veille ou le jour même.

Il faut, avant tout, écarter toutes les affections qui sont si souvent prises par erreur pour de la paralysie atrophique de l'enfance, comme les cas légers d'hémiplégie avec difficulté dans les mouvements, ainsi que les cas avec parésie périphérique de groupes musculaires. L'examen de la contractilité électro-musculaire est, dans ce cas, le seul critérium car souvent nous avons vu les praticiens les plus éminents faire le diagnostic de paralysie atrophique de l'enfance, et nous-mêmes, à première vue, nous avons assez souvent cru à l'exactitude de ce diagnostic, alors que nous avons été obligé de le modifier complètement après avoir examiné la contractilité des muscles.

Dans presque tous les cas où le diagnostic est douteux, l'affection est due à une parésie des muscles de la jambe, et c'est après une fièvre générale, après une variole, après une scarlatine, etc., par suite d'une faiblesse organique, que cette parésie a lieu. L'enfant, dans ces cas, tourne le pied en dedans, marche mal, boite facilement; comme il ne peut pas bien enlever la pointe du pied, il trébuche très souvent, et les parents craignent aussitôt une paralysie plus grave. La contractilité, dans ces cas, est parfaitement conservée, et il suffit de quelques séances d'électricité pour obtenir la guérison complète.

Quelquefois, comme nous l'avons dit, on confond également la paralysie atrophique avec l'hémiplégie infantile. Lorsque celle-ci est légère, la distinction est, en effet, assez difficile, et ce sont certainement des cas de ce genre qui ont fait attribuer comme cause de la paralysie atrophique, la dentition, les troubles intestinaux, et, en un mot, toutes les maladies qui ont une influence réflexe sur les centres cérébraux. C'est surtout dans ces cas qu'il y a eu des convulsions

tandis que celles-ci ne sont nullement la règle générale dans la paralysie atrophique. Les convulsions, en effet, surtout chez les enfants, indiquent toujours que l'inflammation a eu lieu du côté des centres cérébraux, ou au moins à la partie supérieure de la moelle, et lorsqu'elles ont lieu dans la paralysie atrophique, il arrive toujours que les membres supérieurs sont et restent affectés.

En dehors de la contractilité électro-musculaire on peut presque *a priori*, faire la différence entre ces deux maladies car, dans l'hémiplégie infantile, les troubles moteurs portent d'un seul côté, presque toujours à droite; tandis que, dans la paralysie atrophique, ils sont disséminés, sans ordre, et même quelquefois, comme nous avons eu l'occasion de l'observer, il y a alternance; ainsi le bras gauche seul se trouve atteint en même temps que la jambe droite, tandis que le bras droit et la jambe gauche étaient absolument indemnes.

De plus, dans la paralysie atrophique, les lésions musculaires sont toujours de la faiblesse musculaire et une atrophie plus ou moins considérable; tandis que, dans l'hémiplégie infantile, il y a de la contracture ou du moins cet état de contracture légère que nous appelons *contracturie*, désirant désigner, comme nous l'avons déjà expliqué dans un chapitre précédent, par un terme scientifique et précis un état plus léger que la contracture réelle, absolument comme le mot parésie est le diminutif de paralysie.

La difficulté dans la marche, les déviations du pied sont la conséquence de cette contracturie; dans la paralysie atrophique, au contraire, les symptômes ne sont analogues qu'en apparence, car la forme du pied bot est même très dissemblable, comme nous le verrons dans le chapitre sur les déformations des pieds.

Pour revenir à la question de l'étiologie, si nous écartons

les cas douteux, et si surtout nous considérons les cas les plus simples, nous nous trouvons en présence d'une affection dont la cause rhumatismale nous paraît impossible à méconnaître, et dont les types que nous avons observés peuvent se résumer dans les lignes suivantes :

1° M. A..., garçon de deux ans, marchait parfaitement et était bien portant, quand, au mois de juillet, on laisse pendant la nuit la fenêtre de sa chambre ouverte; le lendemain, on ne s'aperçoit pas qu'il est enrhumé, mais il ne peut se tenir sur ses jambes. Comme il lui poussait des dents à cette époque, on attribua sa maladie à la dentition. Pas de convulsions; la paralysie atrophique reste limitée aux membres inférieurs.

2° M. C..., âgé de cinq ans, est pris d'un accès de fièvre le 26 août, et, quand on le lève, on s'aperçoit qu'il ne peut se tenir sur ses jambes. Il avait eu une forte coqueluche quelque temps avant, et on attribue la maladie à un reste de coqueluche. Pas de convulsions, et l'affection reste limitée aux jambes.

3° Mlle K..., jeune enfant de quatre ans, a été prise d'une fièvre intense à la suite d'une longue promenade en plein soleil pendant une procession, au mois de juillet. Paralysie complète des bras et des jambes. Convulsions.

4° Mlle B..., à l'âge de deux ans et demi, au mois d'août, a été prise subitement d'une fièvre qui dura deux jours et qui était survenue après une promenade dans les bois. Les deux jambes sont prises ; rien aux bras. Il n'y a pas eu de convulsions visibles ; mais les parents me disent qu'on avait attribué la maladie à des *convulsions internes*.

5° Mlle E..., est prise, en automne, de fièvre, et ne se tient le lendemain que difficilement sur ses jambes. La jambe droite seule et quelques muscles du mollet restent paralysés. Comme elle avait eu une tumeur érectile derrière l'oreille, et qu'on avait enlevé cette tumeur au moyen du galvanocautère trois mois auparavant, les parents attribuent la paralysie à cette opération et à la cessation de la suppuration.

6° M. L... est pris, à quatre ans, au mois de juillet, de fièvre, avec douleurs vives; on croyait même qu'il était atteint d'un rhumatisme articulaire; il avait pris les jours précédents des bains froids, et chaque fois avec répugnance. La paralysie reste localisée dans une jambe, et pendant longtemps on avait attribué la fièvre et la faiblesse à la *maladie dite de croissance*.

7° Mlle C..., à l'âge de trois ans, est prise subitement de fièvre au mois d'août, et ses jambes deviennent complètement inertes. On attribua sa maladie au mauvais lait de la nourrice, qui buvait beaucoup de cidre, etc.

Nous ne citons que ces quelques observations. Nous avons

d'abord voulu montrer combien, dans la plupart de ces cas, on cherche des causes étranges, que l'on retrouve d'ailleurs dans les livres de médecine. Il est certain que plusieurs de ces causes peuvent agir, mais seulement indirectement sur la santé générale, et de la même façon qu'une bronchite ou une pneumonie atteindront bien plus facilement des personnes affaiblies que des personnes saines.

D'un autre côté, sur cent personnes qui auront été exposées au froid, cinq ou six seulement auront la même affection : les unes auront une affection de poitrine, d'autres auront des douleurs musculaires ou des névralgies ; d'autres des symptômes pathologiques du côté du foie ou des reins ; d'autres, enfin, auront des congestions du côté de la moelle. Cette dernière complication est heureusement moins fréquente, mais elle est indiscutable pour les adultes, et elle est exacte également pour les enfants. Un cas des plus nets nous a été fourni par un de nos petits malades, qui était absolument bien portant en sortant de la maison ; la bonne le laisse s'endormir sous un arbre, le dos couché sur le sol. A son réveil, il est paralysé pour plusieurs nerfs périphériques et du côté de certains groupes musculaires. Ici, il est impossible de nier l'influence du refroidissement, et on possède tous les caractères d'une influence rhumatismale. Il en est de même d'un autre enfant que nous avons observé plus récemment. Il s'agit d'une petite fille qui à l'âge de dix-huit mois, s'est découverte pendant la nuit, la jambe gauche seule était hors du lit, et, à son réveil, elle se plaint de douleurs et elle ne peut se tenir debout ; mais sa jambe refroidie est seule atteinte, et nous y constatons une atrophie du droit antérieur et des péroniers.

Dans tous ces cas, nous croyons avec quelques auteurs, et principalement avec le docteur Rosenthal, qu'il y a eu en

même temps inflammation des muscles avec congestion des vaisseaux de la moelle, et que la substance grise étant la plus riche en vaisseaux sanguins, c'est elle surtout qui est influencée ; c'est pour cela que l'affection reste limitée aux cellules des cornes antérieures.

En un mot, par suite du refroidissement, la congestion, qui la plupart du temps a lieu du côté des organes respiratoires, se porte chez quelques enfants sur les membres et du côté de la substance grise, déterminant les phénomènes de paralysie qui sont toujours plus marqués au début. Puis, selon les cas, les cellules nerveuses s'atrophient ou reprennent leur fonctionnement.

Comme nous l'avons déjà dit plus haut, l'influence rhumatismale se porte également, dans quelques cas, primitivement et directement sur les muscles et sur les nerfs périphériques, où il se produit dès les premiers jours une inflammation. De ce qu'à l'autopsie on trouve une altération des cellules motrices, ce n'est pas une raison suffisante pour admettre que la lésion primitive a lieu uniquement dans la moelle, car les cellules nerveuses peuvent être atteintes consécutivement aussi bien que les nerfs moteurs et les fibres musculaires, et l'autopsie montre également dans ces tissus des lésions graves. Nous sommes persuadé, en effet, que, dans quelques cas, la maladie débute par la moelle; que, dans d'autre cas, elle débute par le muscle; et enfin que, le plus souvent, elle a lieu au même moment, du côté des centres et du côté des tissus périphériques.

Nous ferons également remarquer que, la plupart du temps, la maladie débute non en hiver, mais bien au printemps, en été ou en automne; c'est parce qu'à ces différentes époques les causes de refroidissement sont plus fréquentes chez les enfants. Les bains froids, les vêtements

légers, l'habitude peut-être trop exagérée de mettre les jambes à nu, le séjour à l'ombre, et surtout sous les arbres, où il y a toujours une assez grande humidité, toutes ces conditions amènent facilement des refroidissements. C'est d'ailleurs non pas le froid qui est la cause de ces affections, mais bien la transition du chaud au froid, et c'est pour cela que c'est dans les saisons chaudes que ces maladies ont lieu principalement. D'un autre côté, les congestions des organes profonds, et surtout de la moelle, paraissent, au moins chez les enfants, se faire surtout au moment d'une activité plus grande des muscles et des nerfs; dans le résumé des observations citées ci-dessus, on peut remarquer que, c'est après une marche plus ou moins longue, une promenade, ou des jeux d'enfant, que la fièvre est survenue. Il y avait, par suite de ces exercices musculaires, une congestion physiologique que le refroidissement a changé en congestion pathologique.

Cela doit arriver ainsi et plus facilement chez les enfants[1] et surtout après une longue exposition en plein soleil, au point que l'insolation peut souvent être invoquée. Nous avons cité plus haut le cas d'une jeune fille chez laquelle la maladie s'était déclarée après qu'elle avait été très longtemps, au mois de juillet, à une procession. Chez une autre de nos petites malades, la fièvre est survenue, également après une longue journée passée en plein soleil à jouer dans le sable humide et à pêcher de crevettes.

Toutes ces conditions de refroidissement, c'est-à-dire toutes ces modifications dans la circulation des divers organes de la locomotion, nous paraissent être bien plus

1. On observe quelquefois cette affection chez les adultes. Depuis les observations de Duchenne, on en a publié plusieurs cas, et nous avons eu l'occasion d'en soigner un certain nombre. On l'a confondu assez souvent avec de l'atrophie musculaire progressive.

logiquement la cause de cette maladie que ne le sont les autres causes que l'on invoque, telles que la dentition, l'hérédité, le lait de la nourrice, et les soi-disant convulsions internes; on a, en effet, tellement confondu cette maladie avec d'autres, que lorsqu'on ne peut apercevoir des convulsions externes on en suppose d'*internes*, car on veut, à toute force, trouver une influence de ce genre. Nous le répétons, dans la majorité des cas, il y a peu de convulsions, et ce n'est que lorsque la congestion arrive aux environs du bulbe et du cerveau qu'il y a convulsions, et lorsque celles-ci ont eu lieu et sont fortes, les bras restent toujours également atteints.

Le tableau suivant qu'en donne Laborde dans son excellent travail *De la paralysie infantile* est bien exact.

« Chez un enfant normalement conformé, ne présentant aucune atteinte de la motilité, et dont l'âge varie de quelques jours à quatre ans, plus souvent de un à trois, éclate soudain, sans cause appréciable et en pleine santé, un état fébrile d'une durée de vingt-quatre heures à quelques jours (mais rarement plus de huit), accompagné quelquefois de symptômes convulsifs et immédiatement suivi de paralysie du mouvement, avec conservation de la sensibilité. Souvent complète et généralisée dès le début, cette paralysie, qui n'atteint que par exception les muscles supérieurs isolément, et qui affecte presque toujours la forme paraplégique, éprouve bientôt une rémission dans son étendue et dans son intensité; elle se retire de certaines parties où elle s'était d'abord montrée et se fixe en se localisant de plus en plus dans d'autres, lesquelles se trouvent de la sorte vouées à l'*atrophie*, aux *déformations*, en un mot, aux divers désordres qu'engendrent, d'une part, les altérations de nutrition et l'impuissance motrice prolongée, d'autre part, la

prédominance de l'action des muscles sains sur celle des muscles paralysés. »

Les muscles le plus souvent atteints sont le jambier antérieur, l'extenseur des orteils, le deltoïde, c'est-à-dire les muscles extenseurs (le jambier par rapport au pied et comparativement aux membres supérieurs peut être considéré comme extenseur). Nous avons déjà vu, pour les paralysies rhumatismales, cette prédominance de la paralysie des muscles extenseurs. Il en est de même pour les intoxications saturines et pour la plupart des paralysies, consécutives à des affections générales.

Aussi, la plupart des paralysies infantiles produisent le pied bot et surtout le varus équin, par suite de l'atrophie du jambier antérieur et de la rétraction des muscles gastro-cnémiens.

Traitement. — Le traitement doit être institué de bonne heure et doit être suivi avec persévérance. Il est loin de donner toujours des effets aussi avantageux que le désirent les malades et surtout les parents ; mais c'est encore de tous les traitements le plus rationnel et le plus utile.

La contractilité électro-musculaire présente des caractères très importants qui permettent de poser un pronostic certain. Si la contractilité est conservée pour les deux espèces de courants (courants induits et courants continus) l'amélioration sera rapide. Si elle a disparu pour les courants induits et si elle est augmentée pour les courants continus, on peut affirmer que les filets nerveux périphériques sont altérés, mais comme les fibres musculaires existent, il peut y avoir à la longue des chances d'amélioration.

Le travail de régénération suit d'ailleurs dans cette affection, ses phases ordinaires, en comparant les symptômes avec ceux d'autres affections où la contractilité farado-mus-

culaire a été éteinte, et où la contractilité galvano-musculaire a été augmentée. C'est ainsi, qu'à mesure que l'amélioration se prononce, il apparaît une légère contracture, de la *contracturie*, dans les muscles paralysés et que la contractilité par les courants continus diminue. Il y a également souvent à cette époque une exagération de la sensibilité musculaire, et la pression en est douloureuse.

Ces symptômes sont d'un pronostic favorable, car ils indiquent que les filets nerveux subissent un travail de régénération, et malgré la douleur (assez obscure d'ailleurs) et la diminution de la contractilité galvano-musculaire, on peut, dès ce moment, assurer que le muscle reprendra en partie ses fonctions. Il faut bien être persuadé de ce résultat, car médecins et parents sont étonnés et restent incrédules pendant quelque temps lorsqu'on leur dit que c'est un bon signe de voir les muscles ne plus répondre aussi facilement aux courants continus. Naturellement on croit qu'un muscle qui se contracte bien sous l'influence d'un excitant quelconque est dans son état normal ; cela est vrai, absolument vrai pour les courants induits, mais cela est moins exact quand il s'agit des courants continus. D'ailleurs la contraction dans ces cas n'est pas normale, elle est plus lente que pour une fibre striée saine, et elle est excitée avec un courant très faible, ce qui est justement un fait pathologique.

A mesure donc que la régénération des filets nerveux terminaux se produit, la fibre musculaire redevient également plus tributaire des filets nerveux, et, par conséquent, la contraction idio-musculaire est plus difficile à obtenir, mais par contre les contractions volontaires commencent à pouvoir être exécutées. A ce moment, toute contractilité électro-musculaire est affaiblie, et il est curieux de rapprocher ces faits de tous ceux où il y a eu névrite et altération profonde

des filets terminaux; dans tous ces cas, en effet, la contractilité électro-musculaire reste pendant des années affaiblie, et malgré le retour de quelques mouvements volontaires, on n'obtient que difficilement avec des courants moins énergiques, un raccourcissement net de la fibre musculaire. On aperçoit souvent comme un simple frémissement, et qui ne dure que quelques minutes. Si l'on prolonge l'électrisation, et surtout si l'on emploie des courants induits très rapprochés, le muscle reste immobile et ne se contracte plus, au moins d'une façon apparente. Il faut, si l'on veut revoir la contraction, laisser reposer le muscle très longtemps, puis profiter des premières excitations électriques pour juger de l'étendue et de la force de la contraction.

Ces modifications de la contractilité nous donnent évidemment des indications pour le traitement. On peut distinguer trois périodes, la période tout à fait aiguë, la période qui suit aussitôt le début de la maladie, et que l'on peut considérer comme terminée au bout de quatre à dix semaines, et enfin la période absolument chronique.

Pendant la période tout à fait aiguë, on a proposé divers moyens, et ils dépendent en général des idées que l'on avait sur la nature de la maladie. N'ayant jamais eu à traiter cette affection à cette période, nous ne pouvons donner une opinion fondée sur des faits d'observation, mais il nous semble que le traitement le plus approprié serait celui employé pour une myélite aiguë.

La seule chose sur laquelle nous croyons devoir insister, et c'est pour cela que nous avons établi une deuxième période, c'est que la période réellement aiguë est presque toujours excessivement courte, qu'elle dure souvent un jour, et qu'ici, comme dans la plupart des affections du système nerveux, il est important, si l'on veut tirer de l'application

des courants continus, tous les avantages qu'on peut en espérer, de commencer le traitement aussitôt la fièvre tombée.

L'emploi général et presque exclusif pendant longtemps des courants induits a fait admettre des règles pour les applications de l'électricité, qui ne sont vraies que pour cette forme d'électricité, et qui n'ont plus aucune raison d'être pour les courants continus. Dans la myélite, dans l'hémorrhagie cérébrale même, si l'on veut obtenir des résultats plus considérables, il est utile de commencer l'électrisation dès les premiers jours, et du côté des centres.

Jamais dans ces conditions nous n'avons vu, pour notre part, le moindre accident; mais c'est ici qu'il faut absolument ne se servir que d'appareils composés d'éléments ayant une action chimique très faible. Il faut qu'un courant de 10 à 15 éléments ne soit pas senti sur la peau, et que la sensation soit très minime avec 20 à 30 éléments. Nous n'avons jamais eu l'occasion de commencer le traitement avant un mois, et dans ces conditions, nous avions quelque peine à persuader les médecins et les parents que cela n'était pas trop tôt. Eh bien ! dans ces cas, nous avons toujours vu les malades non seulement supporter le traitement sans fatigue, mais de plus, nous affirmons que chez ces petits malades l'amélioration a été plus rapide et plus accusée que lorsqu'on commence le traitement beaucoup plus tard.

Nous sommes convaincu qu'il serait avantageux de faire, dès les premiers jours, une application de courte durée et avec un courant modéré descendant sur la colonne vertébrale. Loin d'être excitant, ce mode de traitement est calmant, et ne peut que hâter l'amélioration. Les faits du même genre, que nous avons eu l'occasion d'observer dans d'autres affections, nous confirment dans l'importance du traitement

dès le début. Ainsi pour la paralysie faciale, à plusieurs reprises nous avons vu l'affection céder assez rapidement lorsque les courants continus étaient employés dès le deuxième ou le troisième jour, tandis qu'après huit à dix jours, la plupart du temps, la paralysie durait des semaines et même des mois.

D'un autre côté, l'emploi des courants continus n'empêche nullement de recourir aux autres modes thérapeutiques, tels que de petits vésicatoires volants, et aux médicaments internes parmi lesquels nous conseillons l'ergotine. Par conséquent il ne peut y avoir que des avantages à commencer le traitement le plus tôt possible. Nous insistons sur ce point, car dans une maladie aussi cruelle, et qui devient si souvent incurable, il est important de bien détruire toutes les erreurs et toutes les idées préconçues qui peuvent entraver l'amélioration. *A priori* d'ailleurs, on conçoit que c'est au début de la maladie qu'il est utile d'agir et de sauver de l'atrophie le plus grand nombre d'éléments nerveux et musculaires.

Une fois la période vraiment chronique bien établie, c'est-à-dire dix semaines après le début de l'affection, les moyens thérapeutiques deviennent moins efficaces. Cependant il est important de ne jamais cesser tout traitement, car aussi longtemps que l'enfant grandit, on peut obtenir et l'on obtient réellement des modifications avantageuses. Tout ce qui stimule la nutrition est alors utile, les bains salés ou sulfureux, les frictions sèches, les fumigations aromatiques, les frictions avec des liniments stimulants, les massages, etc. Il faut cependant que les massages soient modérés, car chaque fois que la fibre musculaire est un peu altérée, il faut se garder de trop la fatiguer.

Nous employons volontiers les fumigations le matin avec

une flanelle sèche imprégnée de vapeurs produites par un mélange de myrrhe, de benjoin et de genièvre; le soir au moment où l'enfant se met au lit, nous prescrivons les frictions avec les liniments et, parmi ceux-ci, nous donnons la préférence à la teinture composée que nous avons fait fabriquer par M. Marcotte et qui se compose surtout de teinture de genièvre, de cascarille, de girofle, de noix vomique avec de l'essence de lavande et un peu d'essence de moutarde.

Les appareils orthopédiques deviennent absolument nécessaires dès que l'enfant se met à marcher, car alors le poids du corps amène aussitôt et rapidement des déformations. Les appareils n'ont et ne peuvent avoir d'autre but que d'empêcher les déformations, et dans ce sens ils sont réellement utiles, mais ils ne peuvent rien guérir, et ils ne peuvent que jouer le rôle de tuteurs. Nous renvoyons les observations que nous avons à faire sur ce sujet, au chapitre sur les déformations consécutives aux affections musculaires.

Il nous reste à indiquer l'emploi des courants électriques dans cette troisième période de la maladie.

Les courants induits peuvent et doivent être employés de temps en temps sur les muscles, mais directement sur chaque muscle atrophié. Il faut que les interruptions soient rares, c'est-à-dire qu'il n'y ait que deux à trois excitations par seconde. Cela est non seulement utile pour ne pas fatiguer le muscle, mais aussi parce que l'application des courants induits est ainsi bien moins douloureuse, ce qui n'est pas à dédaigner chez des enfants. Presque toujours on se sert d'appareils ordinaires, pour lesquels les fabricants recherchent même à déterminer des impressions vives, car le public se figure toujours que plus un appareil va donner des secousses pénibles à supporter, meilleur il est de

qualité ; et la vente de ces appareils est d'autant plus certaine, que les courants qu'ils produisent sont plus douloureux à supporter. Ajoutez à cela que la contractilité électro-musculaire est affaiblie ou même a disparu, et que pour obtenir des contractions musculaires, on emploie le maximum de la force des courants. Aussi, au bout de fort peu de temps, les enfants ont une répugnance bien légitime pour l'emploi de l'électricité, la vue seule d'un appareil leur fait pousser des cris; comme les parents ont eux-mêmes pu apprécier les douleurs que déterminent ces courants, qu'ils sont persuadés comme tout le monde que l'électricité surexcite, et que les enfants sont énervés, en réalité parents et médecins sont tout disposés à abandonner ce traitement qui, s'il avait été fait dans de bonnes conditions, aurait été utile.

Ces bonnes conditions sont de chercher à avoir des excitations espacées, et de ne jamais vouloir, à toute force, déterminer une contraction. Il ne faut pas dépasser la force de courant qui, sur un muscle homologue, produirait une légère contraction. Quoique les appareils magnéto-électriques soient d'un emploi un peu plus compliqué, comme l'action excitante en est plus faible, nous aimons mieux les voir entre les mains des personnes peu expérimentées, de préférence aux petites boîtes de toutes espèces qui sont recherchées grâce à leur commodité et à leur force.

Quant aux courants continus, comme nous l'avons dit plus haut, il faut choisir des piles à action chimique très faible. Ces courants continus doivent être portés sur le centre spinal. Erb a recommandé de faire passer le courant à travers la moelle d'abord dans un sens, puis dans l'autre afin d'utiliser l'influence de chaque pôle sur la partie affectée ; Althaus, pour agir plus sûrement sur les cornes

antérieures met un pôle sur la colonne vertébrale et l'autre sur la partie antérieure du corps, plus ou moins haut, selon la région médullaire qui est atteinte. Si les jambe seules sont prises, il fait passer le courant par le renflement lombaire, si c'est le bras, c'est à travers le renflement cervical qu'il agit. Dans le premier cas il met le pôle positif sur la nuque et le pôle négatif sur le sternum, dans le second cas il place le pôle positif sur les lombes et le pôle négatif un peu au-dessous de l'ombilic.

Quant à nous, nous avons surtout employé un courant descendant sur la moelle, en plaçant le pôle positif à deux ou trois centimètres au-dessus de la lésion probable du centre nerveux, et le pôle négatif à la sortie des nerfs lésés. Après avoir maintenu les électrodes pendant trois à quatre minutes dans cette position, nous faisons glisser très lentement le pôle positif, le long de la colonne vertébrale. Ce procédé est surtout applicable, dans les premières semaines, et lorsque la vraie période chronique n'existe pas encore. Plus tard nous agissons différemment. Nous électrisons de temps en temps, avec des courants induits, les muscles malades, et cela au milieu de la séance. Sur ces mêmes muscles nous promenons les électrodes d'un courant continu aussi intense que les enfants peuvent le supporter. Nous agissons du côté des centres, en appliquant le pôle positif sur la colonne vertébrale au-dessus du point médullaire lésé et le pôle négatif sur le trajet des nerfs périphériques. Enfin pendant les deux dernières minutes nous maintenons les deux électrodes directement sur la colonne vertébrale avec un courant descendant.

La plupart des enfants supportent très bien un courant de 25 à 40 éléments, cependant il y a quelquefois des susceptibilités individuelles qui font que les courants même

faibles sont vivements sentis ; aussi pour chaque malade, il faut toujours commencer par tâter pour ainsi dire le terrain. Chez quelques-uns enfin, il faut tenir compte de la résistance fournie aux courants électriques par l'adipose sous-cutanée. Le D[r] Landouzy a insisté récemment sur ces troubles trophiques dans les amyotrophies portant sur le tissu cellulaire sous-cutané, et on observe souvent cette adipose dans quelques cas de paralysie atrophique de l'enfance.

Nous le répétons, c'est une maladie qui est longue et qui ne donne guère de satisfaction au médecin, même quand il obtient une amélioration. Les parents désirent évidemment une guérison complète et ne peuvent se rendre compte des difficultés. Ils ne reconnaissent les avantages du traitement que lorsqu'ils viennent à le cesser. Pendant le traitement, en effet, l'amélioration est toujours légère, et bien des parents s'impatientent et trouvent qu'il n'y a aucun progrès dans l'état de leurs enfants ; mais si on cesse le traitement, ils finissent cependant par remarquer que les troubles de la marche, le refroidissement des parties, la faiblesse des membres affectés, augmentent dans une proportion assez considérable. En somme, il faut une série de moyens thérapeutiques employés avec persistance et avec continuité pendant des semaines, des mois et même des années. On ne peut obtenir, si ce n'est dans certains cas biens rares, une guérison complète, mais on obtient une amélioration réelle ; d'un autre côté, si l'on ne fait rien, la maladie empire beaucoup.

Il est important de ne pas confondre la paralysie spinale infantile avec la paralysie hémiplégique, que l'on rencontre chez les enfants et qui se produit dans les mêmes conditions que la paralysie spinale infantile. Dans ces derniers cas, d'ailleurs, l'électricité peut servir de moyen de comparaison.

Dans la paralysie spinale infantile, les muscles ont perdu leur contractilité farado-musculaire, mais conservent encore en général leur contractilité galvano-musculaire. Ces différence de contractilité varient selon les cas, et naturellement selon le degré d'altération des nerfs et des muscles, mais dans tous les cas, le fait caractéristique est la perte de la contractilité pour les courants induits, et sa persistance plus ou moins complète pour les courants continus.

Pour l'hémiplégie infantile, la contractilité est au contraire conservée pour tous les modes d'électrisation, et les muscles ne s'atrophient qu'à la longue. De plus, on rencontre plutôt de la contracture qu'une paralysie proprement dite.

Il est probable que dans l'hémiplégie infantile il se fait du côté des centres cérébraux une inflammation localisée qui amène la destruction des cellules cérébrales, de même que dans la paralysie spinale infantile il y a inflammation primitive de certaines régions de la moelle et disparition consécutive des cellules motrices.

La destruction de cellules cérébrales amène peu à peu la contracture et l'atrophie des membres paralysés, comme cela a lieu dans l'hémorrhagie cérébrale chez les adultes ou les vieillards, car le résultat est toujours le même, quel que soit le mode d'altération des cellules cérébrales. Il est difficile d'admettre, actuellement que nous connaissons mieux la cause des hémorrhagies dans les centres nerveux (altération des parois vasculaires, anévrysmes miliaires), que chez les enfants, il puisse se faire des hémorrhagies cérébrales, tandis que la fièvre, les convulsions, etc., qui accompagnent l'hémiplégie infantile indiquent qu'il s'agit là d'une affection de nature inflammatoire.

Pour les enfants, on doit employer les courants continus

avec beaucoup de prudence, mais on peut, lorsqu'on en surveille l'application, obtenir quelques bons résultats. Néanmoins, il faut se garder de les employer de la même façon que dans les cas de paralysie atrophique, et le procédé qui nous a réussi consiste à faire passer un courant de six à dix volts à travers la tête, pendant quatre à cinq minutes. Il faut beaucoup d'attention, pour ne pas faire d'interruptions, et à la fin de la séance il faut toujours faire glisser lentement le pôle positif sur la peau non humectée, afin de diminuer graduellement l'intensité du courant.

C'est surtout dans ces applications qu'il est important de se servir de tampons tenant bien en main et il faut absolument rejeter l'emploi des plaques, qui forment l'accessoire de la plupart des appareils électriques à courants continus. Ces plaques ont toujours l'inconvénient de déterminer des interruptions, car elles se dérangent facilement et elles ne permettent pas, ce qui est très important, d'exercer une certaine pression aux points d'application. Surtout chez les enfants, il faut se rappeler que la sensation des courants est d'autant plus grande que les électrodes sont appliqués d'une façon superficielle. On peut d'ailleurs facilement s'en rendre compte. Il suffit pour cela, avec un courant de moyenne intensité, de placer les électrodes sans exercer de pression sur une région quelconque de la peau, et dès que la sensation est un peu vive, si l'on détermine une pression, la douleur aussitôt diminue, et cela d'autant plus qu'on agit avec plus de force. Ce fait s'explique très bien par la direction des ondulations du flux électrique qui s'irradient sur la peau, lorsque le tampon est seulement posé, et comme la sensibilité est beaucoup plus grande pour la région cutanée que pour les masses profondes, il en résulte une impression plus vive et se communiquant à un plus grand nombre de filets nerveux.

C'est la principale raison pour laquelle nous ne nous servons presque jamais comme électrodes, de plaques métalliques.

Enfin, il y a déjà longtemps, nous avions observé des cas de paralysies infantiles qui ne sont ni de la paralysie atrophique de l'enfance, ni de la paralysie hémiplégique infantile, car dans cette première édition (1872) nous disions que nous avions eu l'occasion d'observer deux fois, chez des enfants de deux à quatre ans, un genre de paralysie qui se distingue par des symptômes tellement particuliers que nous ne saurions les faire entrer dans aucune des divisions nosologiques admises. Depuis cette époque, de nouvelles observations nous ont amené à créer un type à part auquel nous avons donné le nom de contraction pseudo-paralytique infantile.

Contracture pseudo-paralytique infantile

Ce n'est pas le désir de créer une nouvelle entité morbide, et surtout de donner des dénominations nouvelles, qui nous a fait adopter ce titre, mais bien la nécessité d'indiquer en quelque sorte la série des phénomènes pathologiques que nous voulons décrire. Il s'agit, en effet, comme nous le disons plus haut, d'un ensemble de symptômes qui ne rentrent dans aucun cadre nosologique, nous avons en vain cherché dans toutes les descriptions d'affections nerveuses qui ont été faites, nulle part nous n'avons trouvé notée une maladie qui présente les caractères principaux de ce que nous proposons d'appeler, en nous fondant uniquement

sur les symptômes caractéristiques, la *contracture pseudo-paralytique infantile.*

Ce qui frappe à première vue chez ces malades, c'est le grand développement physique relativement à l'âge. Loin d'être affaiblis ou rachitiques, ils sont toujours plus grands et plus forts que ne le comporte leur âge ; mais l'aspect général a quelque chose de raide, et les malades sont comme ramassés sur eux-mêmes. Ils parlent avec lenteur et d'une façon saccadée et, lorsqu'ils veulent se servir de leurs mains, il se produit des mouvements ataxiques ; presque toujours il existe de l'anesthésie d'un côté, et plus prononcée aux membres inférieurs.

Cette anesthésie était croisée dans un des cas.

Tous les réflexes sont exagérés et on détermine facilement dans la jambe les mouvements de trépidation, et dans les bras des soubresauts musculaires. La marche est plus ou moins difficile, mais elle peut être supportée pendant longtemps dans les cas les plus bénins, tandis qu'elle est impossible dans les cas les plus graves, et cela parce que les deux jambes sont rapprochées l'une de l'autre par la contracture des muscles de la cuisse.

Il existe une tendance au pied bot équin, et même ce pied bot peut exister d'une façon très prononcée. L'on éprouve toujours, même lorsque la maladie est légère, une résistance assez grande à remettre les surfaces articulaires de la jambe dans leur direction normale.

La contractilité électro-musculaire, et c'est là un signe des plus importants, est partout non seulement conservée, mais normale ; il n'y a aucune différence de volume ni de longueur entre les membres affectés et ceux qui sont sains.

En un mot, les symptômes constants et ceux qui sont les plus apparents sont : la contracture musculaire, contrac-

ture déterminant des déformations et empêchant les mouvements d'ensemble, alors même que tous les mouvements, pris isolément, sont possibles. Il n'y a donc pas de paralysie à proprement parler, mais une apparence de paralysie, et notre dénomination de *contracture pseudo-paralytique infantile* s'explique ainsi par ces divers symptômes :

Contracture, parce que c'est le phénomène typique et important qui différencie cet état anormal des autres du même genre;

Pseudo-paralytique, parce que ce qui frappe le plus, et ce qui amène souvent une erreur de diagnostic, c'est la difficulté d'agir, et l'impuissance à exécuter des mouvements normaux, quoique, en réalité, il n'y ait pas de paralysie dans l'acception rigoureuse de ce mot;

Infantile, parce que ces affections datent de l'enfance, qu'elles sont peut-être en germe dès la naissance, mais que, dans tous les cas, elles ont commencé avant l'âge de deux ans.

Avant de rechercher la cause de cet état de contracture et ce qui différencie les symptômes de cette maladie d'autres analogues, nous résumerons en quelques lignes le cas où les troubles fonctionnels sont le plus marqués, et où l'affection date depuis le plus d'années. C'est, en même temps, le cas le plus difficile comme diagnostic, et la meilleure preuve en est la phrase suivante, que nous copions dans une consultation écrite par Duchenne de Boulogne, et que le père de l'enfant a conservée. « C'est, dit Duchenne, un cas de diagnostic extrêmement difficile. » De plus, parmi les autres consultations nombreuses émanant de savants de premier ordre, les uns français, les autres étrangers, tous évitent de formuler une opinion bien nette. Cependant, d'après les renseignements qui nous furent

fournis par les parents, nous savons que la plupart croyaient à une affection médullaire, et qu'un seul, le premier médecin, qui vit l'enfant à l'âge d'un an, affirma que la maladie était de cause cérébrale. Il fut contredit, à la même époque, par un autre médecin, qui, selon les notes que le père nous a données, « trouva la tête parfaitement conformée et l'épine dorsale nullement affectée ». Le premier médecin avait émis la crainte que l'enfant devînt *idiot*, et c'est ce pronostic qui avait tellement affecté les parents, qu'ils voulurent aussitôt avoir un second avis.

Ce premier diagnostic avait vivement impressionné les parents, car leur première préoccupation, lorsque nous fûmes appelé à voir le malade, c'est-à-dire près de quatorze ans après cette première consultation, fut de nous faire remarquer l'intelligence de leur enfant et sa douceur de caractère.

Aujourd'hui, l'aspect général est le suivant. L'enfant, qui a quatorze ans et demi, paraît en avoir près de seize, il ne peut se tenir debout qu'en étant légèrement soutenu ou en s'appuyant avec un des bras sur un corps résistant; ses jambes sont repliées et du côté droit il a un *genu valgum*. Le bras droit est également plié et la main comme tordue sur le poignet. Sa physionomie n'a rien de particulier quoique, par instants, il y ait une contraction rapide de quelques muscles de la face; les idées sont exprimées avec netteté, mais avec une certaine difficulté et un peu de bégaiement.

Quand on touche les bras ou les jambes, on sent le tissu musculaire dense et contracturé. Il est difficile de bien étendre l'avant-bras sur le bras, ou de mettre les doigts de la main dans un état de souplesse. Pour les jambes, il y a une torsion du pied et un fort équinisme.

Il est difficile d'écarter les jambes, et nous ferons de suite remarquer qu'un caractère typique de cette maladie est une résistance plus ou moins grande que l'on rencontre lorsqu'on veut séparer les cuisses.

Tous les mouvements sont possibles, mais ils sont presque toujours incoordonnés, et l'incoordination est d'autant plus grande que le malade s'applique davantage à bien faire ces mouvements. Il est pris souvent, dans ce cas, d'une sorte de chorée, qui cesse dès qu'il ne veut plus faire de mouvements volontaires.

Quand il est debout, les pieds viennent se rejoindre au même point du sol, et, dès qu'il veut faire un pas, la jambe qu'il veut soulever vient butter et s'embarrasser dans la jambe qui reste fixée au sol.

Si on maintient les jambes écartées, il peut faire quelques pas, mais on est obligé de lui donner la main ou un appui quelconque : sans cela, il perd aussitôt l'équilibre.

Il n'y a ni paralysie de la vessie ni paralysie du rectum, mais un spasme qui l'oblige à se présenter dès que l'envie apparaît, car il ne peut dominer longtemps ces besoins. Comme il n'est pas toujours facile de satisfaire rapidement cette envie, il lui arrive d'uriner dans ses vêtements, ce qui a été pris par quelques médecins pour une paralysie de la vessie. Ces symptômes se sont d'ailleurs beaucoup amendés.

L'examen électro-musculaire montre partout que la fibre musculaire n'a subi aucune altération; dans certaines régions telles que les lombes ou les cuisses, la légère diminution d'excitabilité doit être mise sur le compte de l'inertie musculaire datant de plusieurs années.

A côté de ce cas, nous en citerons un autre où les symptômes sont bien moins accusés, mais où cependant nous

retrouverons tout cet ensemble de troubles nerveux.

Une jeune fille, âgée de huit ans et en paraissant dix, ne peut marcher que très difficilement ; les deux jambes sont légèrement tournées en dehors et en équinisme, elles sont raides, et pour peu que l'enfant n'y fasse pas attention, en marchant, celle de derrière vient se prendre dans celle de devant. Il y a une diminution générale de la sensibilité tactile, mais augmentation très marquée des mouvements réflexes, et pour la jambe droite, qui est la plus prise, on peut déterminer de la trépidation.

Aucune atrophie musculaire, aucun trouble du côté des voies urinaires et des voix digestives.

Les mouvements des bras, et surtout du bras droit, sont incoordonnés, ou mieux, dès que l'enfant veut faire un mouvement volontaire, il y a une série de contractions qui se font dans tous les muscles des membres, et qui se traduisent par une sorte d'attaque choréique.

Cette enfant a souffert dans son enfance, et, depuis l'âge de trois semaines jusqu'à l'âge de dix mois, elle avait presque tous les jours des convulsions.

La tête a grossi rapidement à l'âge de cinq mois, et le médecin avait diagnostiqué une hydrocéphalie. Il n'y a eu aucun autre symptôme particulier et cette petite malade a été aussi « propre » que les trois autres enfants de la même mère. Elle a parlé vers l'âge de deux ans, et de suite normalement. Elle n'a commencé à se tenir debout que vers deux ans et demi, mais elle manquait d'équilibre, et elle a tout le temps eu un aspect de raideur générale, ses muscles étant « comme de bois ».

Enfin dans un cas analogue, mais plus bénin, les contractures et les déformations n'étaient nullement apparentes, et l'on ne trouvait, du côté des membres inférieurs, que de la

résistance lorsqu'on veut séparer les cuisses ou lorsqu'on veut donner aux muscles leur extension la plus grande. Pour les bras, les mouvements d'élévation sont un peu bridés, et la difficulté des mouvements normaux n'est réellement bien nette que dans les mouvements délicats, comme ceux que nécessitent le jeu des instruments à musique et l'écriture.

Comme dans les cas même très accentués, il n'y a rien du côté de la vue ni de l'ouïe, mais seulement un regard un peu fixe, ressemblant beaucoup à celui des malades atteints de paralysie agitante.

Néanmoins ce n'est pas avec cette affection qu'on confond le plus souvent l'ensemble des symptômes de la contracture pseudo-paralytique, mais la plupart des médecins, frappés uniquement de l'impotence fonctionnelle, croient surtout à une forme anormale de la paralysie atrophique infantile. Ce n'est qu'un examen superficiel des muscles qui peut conduire à cette erreur, car alors même qu'il y a paralysie dans l'acception la plus large de ce mot, on ne trouve aucun groupe musculaire ni aucun muscle atrophiés. L'aspect du malade, sa manière de se tenir, la forme du pied bot, etc., tout est différent. Tandis que, pour la paralysie infantile, il y a flaccidité du membre, relâchement des articulations, dans la contracture pseudo-paralytique infantile, il y a, nous ne pouvons assez le répéter, de la raideur, même dans l'aspect général, et tous les muscles donnent au toucher une sensation de fibres saines et vigoureuses.

Il suffit de chercher à étendre un des doigts, et surtout l'avant-bras sur le bras ou, pour les membres inférieurs, de chercher à séparer les deux cuisses, pour qu'aussitôt la résistance plus ou moins grande que l'on éprouve vous fasse connaître qu'il n'y a aucune paralysie proprement dite, mais un état pseudo-paralytique avec raideur musculaire.

D'un autre côté, il y a presque toujours, surtout lorsque la malade veut mouvoir un de ses membres, des mouvements choréiques, tandis que ceux-ci n'ont jamais lieu dans la paralysie atrophique.

La comparaison de ces deux affections a cela de remarquable, que l'une, la paralysie atrophique infantile, est typique des symptômes que déterminent les lésions médullaires avec atrophie musculaire, tandis que la contracture pseudo-paralytique infantile est typique des désordres dans les mouvements que peut amener une affection des centres nerveux situés au-dessus de l'axe médullaire. Dans la première : diminution ou abolition de la contractilité farado-musculaire, exagération quelquefois de la contractilité galvano-musculaire, pied bot paralytique par suite du défaut d'action des muscles, diminution de nutrition des régions affectées, raccourcissement des os, peau lisse quelquefois avec altérations trophiques. Dans la seconde : conservations de la contractilité farado-musculaire, jamais augmentation de la contractilité galvano-musculaire, pied bot par suite d'exagération d'action musculaire, nutrition normale, souvent même exagérée.

Le diagnostic, avec l'atrophie cérébrale et l'hydrocéphalie, est plus difficile, car plusieurs des symptômes principaux existent dans ces maladies. On retrouve, en effet, les mêmes traits principaux, c'est-à-dire des spasmes des membres et des contractures de la plupart des muscles, mais dans la contracture pseudo-paralytique, il n'y a pas de troubles intellectuels. Certes, l'intelligence n'est pas exceptionnelle, mais elle est conservée dans ses caractères principaux : la mémoire et le raisonnement. De plus, tous ces malades sont très doux et affectueux et on n'observe jamais aucune attaque épileptiforme : c'est à peine si l'on

remarque quelquefois comme une sorte d'indifférence à ce qui se passe autour d'eux.

Quelques symptômes sont communs avec la maladie décrite par Hammond sous le nom de sclérose multiple, affectant principalement les hémisphères, et surtout avec la forme purement cérébrale décrite par Jaccoud dans la sclérose cérébro-spinale. On constate, en effet, quelquefois un tremblement plus ou moins considérable dans les membres, et, de plus, le malade ne peut maintenir pendant longtemps une contraction musculaire continue. Mais l'analogie de ces tremblements n'est qu'apparente, et le caractère distinctif qui les sépare est que le trémor, dans la contracture pseudo-paralytique infantile, est tout d'un coup très intense, puis s'éteint de lui-même et est plus difficile à faire reparaître. De plus, au moins pour les membres supérieurs, au lieu d'un vrai tremblement, c'est la tendance des différents muscles à chercher la coordination qui amène une série de secousses musculaires successives. On dirait que le membre court après l'équilibre, qu'il ne peut jamais trouver. Le même caractère le distinguerait facilement, s'il en était besoin, d'avec la sclérose en plaques.

Nous avions à peine publié ce travail dans la *Revue mensuelle des Maladies de l'enfance* (septembre 1883) que le Dr Launois a pu compléter notre travail et a présenté à la Société clinique des cas de cette affection qu'il a eu l'occasion d'observer pendant son internat à l'hôpital des Enfants-Malades. Il a même pu photographier quelques-uns de ces malades, et nous reproduisons ci-joint les deux aspects qui nous paraissent les plus typiques.

La figure 142 représente un petit garçon de six ans qui n'a jamais pu marcher. Il a été nourri au sein, n'a jamais

eu de maladie grave, et le D[r] Launois n'a pu découvrir aucun antécédent héréditaire.

Les bras sont légèrement écartés du thorax et les mouvements d'élévation sont presque impossibles. Il existe une légère flexion de l'avant-bras sur le bras. Les doigts



Fig. 142.

ont conservé une certaine mobilité qui permet à l'enfant de se servir des mains pour manger et pour jouer.

Du côté des membres inférieurs, on voit que les cuisses sont en contact par leur face interne jusqu'au niveau du genou, les deux rotules se touchent et celle du côté droit

est un peu plus saillante que celle du côté gauche (fig. 142). Les jambes sont écartées et forment un V à angle supérieur; le pied est étendu sur la jambe et sa pointe est fortement tournée en dedans.

Lorsqu'on place l'enfant debout, tout le poids du corps porte sur l'avant-pied et plus particulièrement sur les orteils. Il existe alors un double pied bot très accentué; la partie qui repose sur le sol est formée seulement par la face plantaire des quatre derniers orteils; la plante des pieds, dans le reste de son étendue, regarde directement en arrière. Les deux bords des pieds sont écartés du sol, et c'est à peine si le gros orteil arrive à son contact par la pointe; les deux malléoles externes font une forte saillie. La face dorsale du pied, faisant suite à la face antérieure de la jambe, regarde directement en avant et en dehors; à son union avec les quatre derniers orteils, elle forme un sillon assez profond au niveau duquel existent plusieurs plis cutanés. Le contact du sol détermine de la trépidation épileptoïde.

L'enfant est intelligent; il est très doux, très affectueux; une particularité qu'il est intéressant de noter : lorsqu'il est couché, si on lui tend la main et qu'on l'invite à la prendre, il se soulève tout d'une pièce : il semble qu'il soit de bois.

On pratique successivement la section du tendon supérieur du moyen adducteur, du tendon inférieur du biceps crural et du tendon d'Achille. On opère ensuite le redressement des membres inférieurs, à l'aide d'une traction permanente, allant progressivement jusqu'à quatre kilogrammes. La traction était faite à l'aide d'une double boîte analogue à celle dont se sert le professeur Duplay et qui a été représentée dans un mémoire du Dr Larabrie (*Archives générales de médecine*, octobre 1882).

Au bout d'un mois, les membres sont dans l'extension et conservent à peu près la rectitude, mais ils sont toujours raides et la contracture persiste presque aussi marquée lorsque l'enfant quitte l'hôpital.



Fig. 143.

Dans un autre cas, chez une enfant de six ans, l'attitude rappelle, dans tous ses détails, celle de l'observation précédente. Tout le poids du corps porte sur la pointe des pieds; le talon et toute la partie postérieure de la plante étant éloignés du sol (fig. 143). L'affection remontait à l'enfance; on

n'a pu recueillir tous les détails nécessaires pour compléter l'observation, mais la photographie suffit pour donner une idée de l'attitude de la petite malade.

Le Dr Launois cite encore deux autres observations, et il admet l'opinion qui lui a été exprimée par Damaschino, qu'il existe dans ces cas une lésion intéressant les cordons de la moelle, et qu'il s'agit probablement d'une altération systématique de ces cordons, altération dont le point de départ doit être recherché soit dans la moelle, soit dans l'encéphale.

En l'absence de toute constatation anatomo-pathologique, nous croyons que le point de départ est *entre* l'encéphale et la moelle au moins comme point de départ.

Il est certain que les altérations systématiques des cordons doivent exister, puisqu'il est rare qu'elles n'existent pas avec une lésion ancienne des centres nerveux, mais elles doivent néanmoins, dans ces cas, être assez limitées et ne constituer qu'un symptôme secondaire.

En résumé, les caractères principaux de la « contracture pseudo-paralytique infantile » sont en partie ceux d'une affection cérébrale et en partie ceux d'une affection de la partie supérieure de la moelle, et cependant on ne peut en faire ni une affection cérébrale, ni une affection spinale; mais elle tient des deux régions, ou mieux, elle doit être le résultat d'une lésion située précisément dans la partie qui sépare le cerveau et ses annexes de la moelle. Elle doit avoir son siège entre la protubérance et la moelle allongée, car si l'on veut éclairer les faits pathologiques par les expériences physiologiques, on ne peut trouver d'analogie que dans les phénomènes que présentent les animaux auxquels, après avoir séparé le cerveau proprement dit, on vient à piquer ou à exciter (nous disons piquer et

non détruire) une portion du segment inférieur de l'isthme encéphalique.

Il faut avoir vu plusieurs fois l'attitude d'animaux ayant une lésion de ce genre[1] et les mouvements qu'ils exécutent pour être très convaincu de l'analogie des phénomènes. En effet, rien n'est plus instructif que de se reporter aux expériences sur l'ablation et la piqûre des centres encéphaliques et sur les mouvements qui en résultent.

Expériences sur l'ablation et la piqûre des centres encéphaliques des animaux. — Si le cerveau proprement dit est lésé et surtout s'il est complètement enlevé, l'attitude non seulement est normale, mais *elle est plus normale qu'à l'état normal* (fig. 144), car les mouvements, n'étant modifiés par aucune influence psychique, ont plus de régularité, et de plus ils sont fatalement, forcément les mêmes, après chaque impression. Nous avons constaté également, et cela chez des grenouilles, des carpes, des anguilles, des pigeons, des oies, des canards, que, lorsque ces animaux sont privés des lobes cérébraux, il y a constamment une tendance forcée à maintenir l'équilibre; il n'y a pas d'excitant qui détermine aussitôt et aussi sûrement des mouvements d'ensemble, que la perte d'équilibre. La grenouille, privée de son cerveau, ne peut rester couchée sur le dos, et elle se retourne dès qu'on la renverse.

Si le cervelet au contraire est enlevé, les mouvements sont également conservés, mais ils ne se font plus avec régularité. Sur le sol, l'animal titube, les mouvements du vol et de la natation se font comme par secousses; chez le canard, par exemple, chaque patte a l'air d'être mise en mouvement par un ressort rigide, elle se contracte à tort et

1. Voir notre mémoire sur les phénomènes consécutifs à l'ablation du cerveau et sur les mouvements de rotation (*Journal d'anat. et de phys.*, 1871).

à travers, tandis que chez celui où les lobes cérébraux ont été seuls enlevés, les contractions sont bien coordonnées, elles ont de l'ampleur et une certaine grâce.

Mais, alors même que le cervelet est enlevé ou lésé, aussi longtemps qu'il n'y a pas d'irritation du côté de l'isthme encéphalique, il n'y a pas de contracture à vrai dire, quoiqu'il y ait incoordination des mouvements et surtout perte d'équilibre. Au contraire, dès qu'il y a une irritation de



FIG. 144.

l'isthme encéphalique, si légère qu'elle soit, l'animal n'a plus le même maintien, même à l'état de repos; il penche (fig. 145) d'un côté ou de l'autre, selon le côté où la lésion a été faite. Tous les muscles de ce côté sont alors plus ou moins contracturés, les membres sont ramassés près du corps. Comparez, par exemple, la même grenouille (fig. 144 et fig. 145). Dans la figure 144 elle n'a subi que l'ablation des hémisphères cérébraux, tandis que dans la figure 145

nous avons légèrement piqué du côté droit l'isthme encéphalique. Il n'existe aucune paralysie dans ces membres, mais les mouvements sont limités et comme bridés et se



Fig. 145.

font d'une façon spasmodique et, si l'animal fait de grands efforts, ils deviennent incoordonnés.

Chez les mammifères on ne s'aperçoit pas toujours de l'état de contracture, mais ce phénomène est plus facile à étudier chez les animaux qui peuvent être placés dans l'eau.

Chez ceux-ci, la pesanteur plus grande de ces régions est un signe très net de la contracture, et quoique, en réalité, le fait suivant soit assez difficile à expliquer, il est d'une constance remarquable. Tout animal aquatique, dont l'isthme encéphalique a été irrité, devient plus lourd et tend à tomber au fond de l'eau. Ainsi la grenouille chez laquelle on a enlevé uniquement les deux lobes cérébraux, placée dans l'eau, reste forcément à la surface, et le côté droit est absolument au même niveau que le côté gauche (fig. 146).

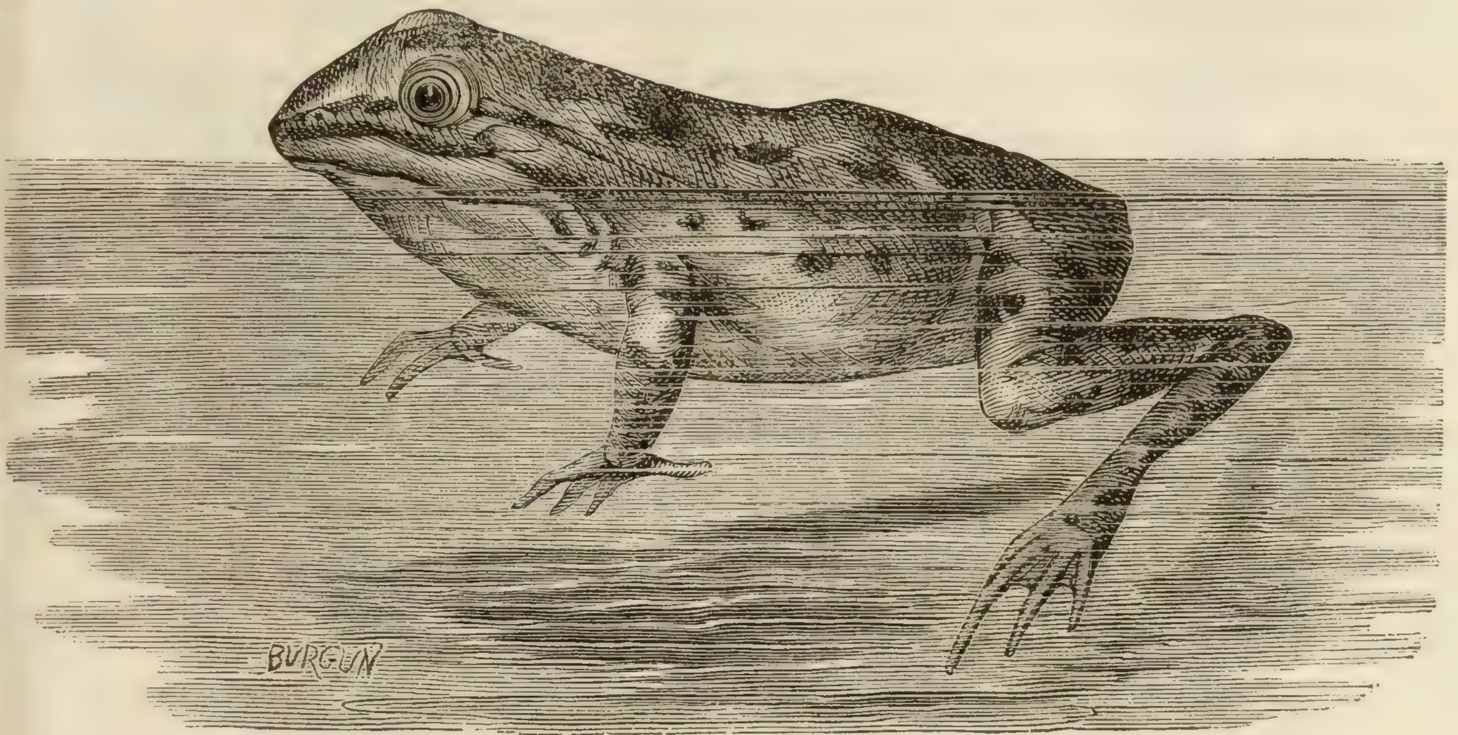


Fig. 146.

Mais si sur cette même grenouille, ou sur une autre dont les lobes cérébraux sont intacts, on vient à piquer légèrement la partie supérieure de l'isthme encéphalique d'un côté, aussitôt la moitié correspondante du corps tend à tomber au fond de l'eau, et les membres de ce côté ne peuvent jamais être de niveau avec ceux du côté opposé (fig. 147).

Nous avons observé des phénomènes analogues chez des oiseaux. Chez des oies et chez des canards, en piquant du

côté des pédoncules cérébelleux, l'animal, mis dans l'eau, plonge plus profondément d'un côté (fig. 148), et la différence est quelquefois de plusieurs centimètres. En même temps, la patte de ce côté est plus ramassée, la cuisse est fléchie et le cou est tordu sur lui-même.

Eh bien, l'attitude de ces différents animaux nous rappelle d'une façon typique celle des malades atteints de « contracture pseudo-paralytique infantile ». Comme pour ceux-ci, il y a une sorte de tassement des membres, une fatalité dans les mouvements, une paralysie qui n'est qu'apparente, et une incoordination qui est le résultat d'une excitation trop grande. Pendant la marche ou les tentatives de marche, le corps est entraîné dans le sens de la contracture la plus forte, comme l'animal, surtout dans l'eau, est attiré d'un côté, au point même que ce côté devient comme l'axe des mouvements et que, quelquefois, ceux-ci ne peuvent plus se faire en ligne droite; il y a un roulement de l'animal sur lui-même. Les extrémités des membres, de plus, ont comme une apparence de pied bot par exagération de la tonicité musculaire.

En un mot, tout l'ensemble des phénomènes indique une excitation des centres locomoteurs, excitation permanente qui augmente et par les impressions des nerfs sensitifs périphériques et par celles que détermine l'activité fonctionnelle des mouvements volontaires.

Déjà en 1871, pour expliquer les mouvements invincibles que l'on détermine chez les animaux auxquels on produit une excitation de l'isthme encéphalique, nous avons cherché à prouver que la cause était due à l'exagération fonctionnelle des centres locomoteurs, et que, comme l'a si nettement démontré Brown-Séquard, des lésions même très légères et très circonscrites du système nerveux en-



Fig. 147.

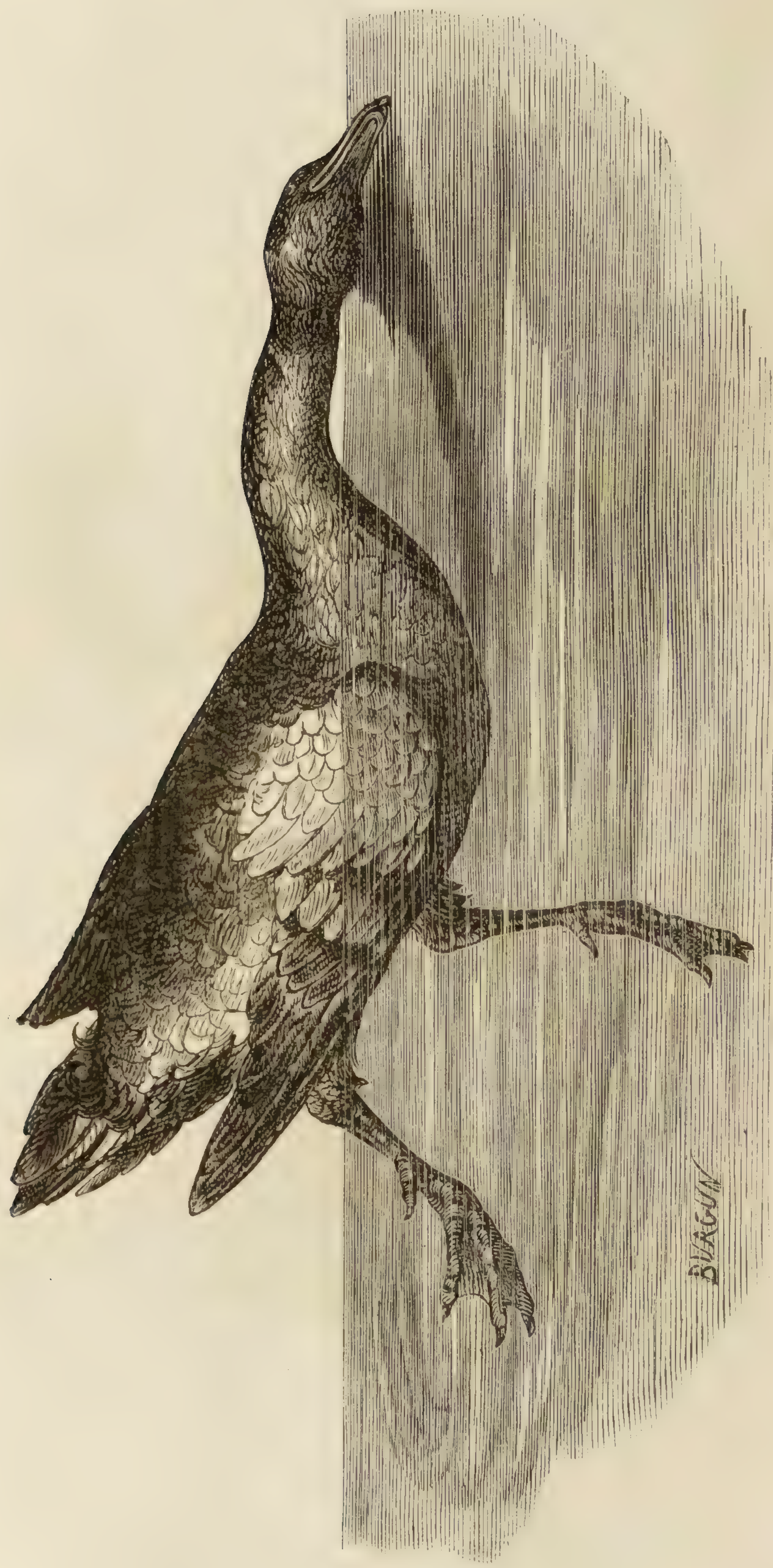


Fig. 148.

gendrent un état durable d'irritation, d'où naît, soit directement, soit surtout par action réflexe, une contraction tonique de certains groupes musculaires.

Il est incontestable, puisque les mouvements non seulement existent, mais encore sont plus réguliers après l'ablation du cerveau proprement dit, qu'il y a dans les autres parties de l'axe cérébro-spinal des « centres locomoteurs ». Ceux-ci, à l'état normal, ou lorsque l'influence cérébrale est abolie, n'entrent en jeu que lorsqu'ils y sont sollicités par des impressions périphériques, ou par la perte de l'équilibre ; mais si l'un de ces centres éprouve une irritation, aussitôt il y a exagération des mouvements et contracture plus ou moins prononcée.

Nous rapprocherons également, non pas tous ces phénomènes, mais les principaux d'entre eux, de ceux que l'on constate après la piqûre des pédoncules cérébraux, et nous renvoyons le lecteur aux expériences faites sur ce sujet, et spécialement à celles faites par Laborde.

Dans tous les cas, si l'on voulait donner à l'ensemble des symptômes que nous désignons sous le nom de contracture pseudo-paralytique une dénomination fondée sur l'anatomie et la physiologie, nous devrions dire : *irritation de la partie supérieure de l'isthme encéphalique*.

C'est parce que nous avons été frappés de la contracture généralisée que l'on détermine expérimentalement sur toutes les masses musculaires, et de l'incoordination des mouvements de l'animal, que nous avons rapproché de ces observations cliniques les faits physiologiques. Or, dans ces expériences, que nous avons relatées pour cette démonstration, il suffit d'une *simple piqûre* pour que l'on obtienne cet ensemble de symptômes, et il nous paraît logique de les rapprocher les uns des autres. Des recherches plus

complètes, et surtout les données fournies par l'autopsie pourront préciser la question, mais en attendant nous sommes forcés de nous appuyer uniquement sur les indications fournies par la physiologie et les résultats cliniques.

Aperçu général sur l'influence des courants électriques dans les affections de la moelle

Il est inutile d'insister sur les inconvénients que peuvent avoir les courants induits appliqués directement sur la moelle. Ce serait là, dans tous les cas, une pratique aussi imprudente que dangereuse, et qui amènerait une excitation des plus violentes. A la période d'excitation succéderait un moment d'abattement qui pourrait amener les conséquences les plus funestes. Il faut donc se garder d'électriser directement les centres nerveux avec les courants induits.

Si dans les affections spinales on veut employer les courants induits, on ne peut le faire qu'indirectement en électrisant les membres.

Mais, c'est surtout dans les affections des centres nerveux que l'emploi des courants continus est incontestablement supérieur à celui des courants induits; c'est donc leur mode d'application seulement que nous allons indiquer dans ce paragraphe.

La première question qui se présente à l'esprit et qui a beaucoup préoccupé quelques médecins, est de savoir si en appliquant les rhéophores sur la colonne vertébrale, le courant pénètre jusque dans la moelle. L'électricité doit, en effet, pour cela, traverser plusieurs régions et une certaine épaisseur de substances plus ou moins mauvaises conduc-

trices, la peau, une couche profonde de muscles et les vertèbres.

Il n'est peut-être pas de meilleure preuve à la pénétration des courants continus jusque sur la moelle que les faits que nous avons observés dans la chorée chez les chiens; car, que les électrodes soient appliquées en dehors de la moelle ou directement et à nu sur la moelle ouverte, les phénomènes dépendant de l'électrisation ont été les mêmes. Dans les deux cas, l'influence de la direction des courants était analogue, et cela démontre bien que les courants agissent sur les centres nerveux à travers les parties qui les enveloppent.

D'ailleurs nous avons insisté, dans les premières parties de cet ouvrage, sur la diffusion des courants continus dans l'organisme. Nous avons cité l'expérience dans laquelle, plaçant des aiguilles communiquant avec un galvanomètre dans la partie postérieure de l'animal, nous obtenions une déviation de l'aiguille du galvanomètre en électrisant un des membres antérieurs. Nous avons en même temps insisté sur la différence que présentaient sous ce rapport les courants continus et les courants induits, et c'est pour nous une grande satisfaction d'avoir vu, depuis cette époque, ces mêmes faits être également observés par Helmholtz.

Voici comment s'exprime cet illustre savant, dans une lecture faite à Heildelberg (*Revue des cours scientifiques*, 11 juin 1870) : « Des expériences récemment faites au laboratoire physiologique, sur la transmission de l'excitation dans les nerfs, ont appelé mon attention sur ce fait, que les courants intermittents d'induction électrique produisent peu d'effet sur des nerfs situés à une certaine profondeur dans le corps humain, tandis qu'il est facile, à l'aide d'une pile de dix à vingt éléments de zinc et de platine, de pro-

voquer dans ces mêmes nerfs des commotions ou même le tétanos. Pourtant la force électro-motrice d'un appareil d'induction qui donne de petites étincelles entre les extrémités rapprochées de la spinale induite, est beaucoup plus grande que celle d'une pile de dix à vingt éléments, laquelle ne produit jamais d'étincelles visibles au moment où l'on ferme le courant. »

Dans ce même mémoire, nous remarquons encore la confirmation d'autres faits sur lesquels nous avons beaucoup insisté, et qui se rapportent à la différence d'action des courants selon leur direction.

« Dans ces expériences, dit M. Helmholtz, les maxima des courants qui montent dans les nerfs se distinguent de ceux qui en descendent par une action physiologique plus intense, de sorte qu'on peut reconnaître les changements dans la direction des courants par ces maxima. »

Il est donc évident que les courants continus pénètrent à travers les tissus et les vertèbres pour agir sur la portion de la moelle qui se trouve placée entre les deux électrodes. C'est là un premier point qu'il était important d'élucider.

Pour comprendre l'action des courants continus dans les affections de la moelle, il faut nous reporter aux différentes lésions que l'anatomie pathologique nous fait connaître.

Dans les affections chroniques, lentes, progressives, le début de la maladie commence toujours par des troubles dans la circulation, qui peu à peu entraînent des altérations de nutrition des éléments nerveux, puis ces éléments viennent à disparaître complètement; mais même dans les régions où les lésions sont les plus grandes, il reste encore des éléments nerveux qui n'ont pas encore été complètement altérés, et qui peuvent revenir à l'état normal sous

l'influence de bonnes conditions de nutrition et de milieu. En effet, on trouve dans ces régions, à côté des tubes nerveux complètement détruits ou de cellules nerveuses entièrement atrophiées, des tubes nerveux qui ont encore leur cylinder-axis complet et des cellules dont l'atrophie n'est que commençante.

Au début de l'affection, lorsque les éléments nerveux ne sont pas encore altérés et que la circulation seule est troublée, il est bien plus facile de ramener l'état normal, et cela même très rapidement.

Dans les irritations spinales, dans les congestions passives, nous avons eu plusieurs fois l'occasion de constater une amélioration notable au bout de quelques séances. Ces faits prouvent évidemment l'influence des courants continus sur la circulation de la moelle.

L'influence des courants continus sur la circulation a été étudiée très longuement pour que nous n'ayons pas à y revenir ici. Il suffit de se rappeler les expériences démontrant que la circulation, momentanément arrêtée ou ralentie, revient normale sous l'influence des courants continus, pour comprendre l'action thérapeutique dans les troubles vasculaires de la moelle.

La continuité et la constance d'action de ces courants a en même temps une grande importance. Elle maintient les éléments nerveux dans un état de calme relatif, elle n'agit pas sur la fonction, l'empêche presque, mais facilite au contraire la nutrition intime des tissus.

En électrisant le centre spinal, non seulement on agit sur la lésion locale, mais on modifie en même temps les symptômes pathologiques qui ont lieu à la périphérie. Ainsi, dans la chorée, dans l'hystérie, dans l'ataxie locomotrice,

nous n'appliquons jamais ou très rarement les électrodes sur les membres.

Lorsque la lésion a commencé par une altération de la moelle, il est évident qu'il est toujours préférable d'agir directement sur elle, puisqu'elle a été atteinte en premier lieu ; mais même dans les cas où la moelle n'est affectée que consécutivement, il est encore préférable de n'électriser que les centres nerveux. Il y a plus ; comme nous l'avons bien des fois constaté dans les lésions périphériques et sans aucun retentissement sur la moelle, il est avantageux le plus souvent d'électriser uniquement les centres nerveux ; nous aurons l'occasion de citer quelques observations qui démontreront cette proposition d'une manière très nette.

La moelle ne renferme pas seulement des nerfs moteurs et des nerfs sensitifs, elle fournit également des filets nerveux qui se rendent aux ganglions et qui, par conséquent, ont une influence directe sur les phénomènes vasculaires. C'est ainsi que, pour agir sur la circulation de la tête et surtout des yeux, il vaut mieux électriser le centre cilio-spinal que de placer directement les électrodes sur la face ou près des yeux.

En dehors des maladies dites essentielles du système nerveux central, pour le traitement desquelles nous avons déjà insisté, la plupart des autres affections sont chroniques et envahissent lentement et progressivement les diverses régions de la moelle.

Au point de vue thérapeutique, et en laissant de côté toute considération purement scientifique, la question importante est celle-ci : étant donnée une affection chronique de la moelle, telle qu'une sclérose des cordons postérieurs, une atrophie graisseuse progressive, une paralysie infantile,

une paralysie agitante, que peut-on espérer du traitement par les courants continus?

Pour éviter toute équivoque, nous commencerons par faire une distinction très nette entre les expressions guérison et amélioration.

La chorée, même très ancienne, l'irritation spinale, l'ataxie tout à fait au début, peuvent guérir complètement, mais jamais on ne peut espérer guérir une sclérose ancienne, une paralysie agitante bien définie, une paralysie musculaire progressive, etc.

Dans ces cas, on améliore la maladie, on l'empêche de faire des progrès, mais jamais on ne la guérit. Il n'est au pouvoir d'aucun agent thérapeutique de faire naître une cellule nerveuse, de faire disparaître le tissu lamineux qui s'est formé; et ce serait une illusion, que l'ignorance seule pourrait excuser, d'annoncer de pareils résultats ou de les faire espérer aux malades.

Dans toutes ces affections, nous ne devons donc avoir qu'un seul but : ramener à l'état normal les organes qui n'ont encore subi qu'une altération incomplète ou indirecte et enrayer la maladie.

Dans les scléroses, dans l'atrophie graisseuse progressive, dans la paralysie agitante, que peut-on espérer par le traitement des courants continus? Sauf des cas assez rares, nous pouvons affirmer que pendant le traitement nous avons toujours pu constater un arrêt dans la maladie, et même une amélioration plus ou moins grande.

D'abord, l'application des courants continus produit plus de régularité dans la circulation, provoque la contraction autonome des artérioles, et par conséquent empêche les stases sanguines et facilite l'arrivée du sang artériel.

Il n'y a pas d'élément et de système organique qui soient

aussi sensibles aux changements de la circulation que le système nerveux. Pour son maintien à l'état normal et pour son fonctionnement régulier, il lui faut constamment la présence d'un sang richement oxygéné, et l'on peut presque dire que la valeur et l'énergie des agents thérapeutiques dépendent uniquement de leur influence sur le système vasculaire des centres nerveux.

Les courants continus agissent incontestablement sur la circulation intra-vertébrale. Grâce à cette influence et de plus à leur action sur la nutrition intime des éléments électrisés, ils peuvent empêcher la destruction lente des éléments nerveux. Rappelons-nous, de plus, que dans ces affections chroniques de la moelle, à côté du tissu lamineux qui a pris la place de cellules et de tubes nerveux complètement altérés, il existe d'autres cellules « qui ont conservé à peu près les dimensions et tous les autres caractères de l'état sain. Les unes, bien que six ou sept fois plus petites que dans l'état normal, ont cependant conservé leur forme étoilée, leurs prolongements, et possèdent encore un noyau et un nucléole distinct ».

Il est évident que pour ces groupes de cellules, une circulation régulière, une excitation modérée, un fonctionnement et une nutrition plus actifs, peuvent agir puissamment sur leur développement et les ramener à l'état normal.

Nous avons déjà indiqué le mode opératoire pour l'ataxie locomotrice et pour la paralysie spinale des enfants. Dans l'*atrophie musculaire progressive* le procédé est à peu près le même. Il faut, pendant une partie de la séance, électriser uniquement la moelle avec un courant constant d'une intensité moyenne, et pendant cinq à dix minutes appliquer l'électrode positive sur la moelle et l'autre sur les nerfs ou

les plexus qui renferment les nerfs qui se rendent aux muscles atrophiés. On peut en même temps, pendant quelque temps, mais seulement pendant deux ou trois minutes, promener le pôle sur les muscles malades, et faire de légères interruptions.

Dans la *paralysie agitante*, nous électrisons avec un courant ascendant assez intense la partie supérieure de la moelle. Le pôle négatif est placé à la base du crâne et le pôle positif sur les vertèbres cervicales et sur le ganglion cervical supérieur.

Si la paralysie est localisée dans un des membres supérieurs, nous plaçons également, pendant une partie de la séance, le pôle positif sur le plexus brachial, le pôle négatif étant maintenu sur la nuque.

Nous croyons inutile de citer les différentes observations qui ont été publiées sur le traitement de ces affections par le courant continu. Ce que nous avons constaté par nous-mêmes, c'est que dans l'atrophie musculaire progressive, les courants continus ramènent quelquefois dans les muscles l'incitation volontaire ; qu'ils augmentent la chaleur dans les membres, leur donnent plus de force et plus de fermeté ; que, sous l'influence des courants continus et d'une faradisation musculaire modérée, les muscles atrophiés reprennent peu à peu de leur développement.

Plusieurs auteurs citent des observations de guérison complète d'atrophie musculaire progressive. L'une des plus importantes, à notre avis, est celle de Morax adressée au Dr Paul [1]. Mais il faut bien remarquer que, dans ce cas, la marche de la maladie a présenté plusieurs symptômes qui

1. *De quelques applications de l'électricité à la thérapeutique*, par Chapot. Thèse de doctorat, 1870.

diffèrent de ceux qu'on observe d'ordinaire, ce qui explique peut-être cette guérison complète. Le développement de la maladie avait été tellement rapide qu'en deux mois les quatre membres avaient été impotents, ce qui n'a pas lieu dans l'atrophie musculaire progressive proprement dite; la plupart des symptômes se rapprochent d'ailleurs de la paralysie spinale des adultes.

De même, pour la paralysie agitante, plusieurs médecins, entre autres Remak, citent des guérisons complètes. Quant à nous, nous n'avons jamais vu de paralysie agitante bien caractérisée, guérir complètement, et surtout la guérison se maintenir pendant plusieurs mois. Par contre, nous avons constaté que le traitement par les courants continus pouvait diminuer le tremblement, et surtout, on n'a jamais beaucoup insisté sur ce fait, faciliter les mouvements du malade.

Le fait caractéristique de la paralysie agitante, bien plutôt que le tremblement, nous paraît être la lenteur des mouvements musculaires. La contractilité électrique est parfaitement conservée, et, de plus, la force musculaire est entière, mais elle présente cette différence importante qu'elle ne peut s'exercer que peu à peu et après une attention soutenue. Chez les personnes saines, après un ou deux efforts violents, la force musculaire est diminuée, tandis que chez les malades atteints de paralysie agitante elle semble augmenter peu à peu.

Ainsi, en mesurant la force du bras au dynamomètre, après avoir amené une certaine déviation de l'aiguille indiquant, par exemple, 50 degrés, après quelques instants et des efforts répétés, une personne saine ne peut plus amener que 45, puis 40 degrés.

Le contraire a lieu pour les malades atteints de paralysie agitante, et nous avons eu l'occasion de vérifier plusieurs

fois, qu'après un premier effort ils ne pouvaient amener que 25 à 30 degrés, tandis qu'après un certain nombre d'efforts, ils faisaient arriver l'aiguille du dynamomètre jusqu'à 40, 50 degrés. Inutile d'ajouter que cette marche progressive de la force musculaire est très limitée.

Lorqu'on venait d'électriser le malade, et surtout après quelques jours de traitement, cette différence d'énergie entre la première et la troisième ou quatrième contraction musculaire n'était plus aussi marquée, et prenait le caractère normal. Une plus grande facilité dans tous les mouvements correspondait à ce premier signe d'amélioration.

En résumé, et les faits pathologiques le prouvent, *les courants continus, dans toutes les affections chroniques de la moelle, ont donné d'excellents résultats et sont, certes, un des agents thérapeutiques des plus efficaces et des moins dangereux*. Cela dit, nous revenons à la distinction que nous avons établie plus haut entre un agent thérapeutique qui guérit et celui qui ne peut qu'arrêter une maladie et l'améliorer. Cette distinction est d'autant plus nécessaire pour les affections chroniques de la moelle, que celles-ci offrent sur celles des autres organes un grand désavantage. Une affection chronique des poumons, par exemple, peut être enrayée après avoir amené la destruction d'une partie du tissu pulmonaire, et le malade n'en sera que fort peu incommodé, car l'autre partie du poumon suppléera à celle qui a été détruite. De même, dans une lésion cardiaque, l'augmentation d'énergie des fibres musculaires, l'action plus marquée des contractions périphériques, peuvent, pendant un temps plus ou moins long, obvier aux résultats fâcheux de la lésion. Dans la moelle, au contraire, rien ne peut suppléer aux parties détruites, chaque cellule a sa fonction spéciale et aucune autre ne peut la remplacer. Aussi, si la destruc-

tion de certaines régions médullaires est complète, les phénomènes morbides qui en résultent seront permanents et ne pourront être modifiés par l'action plus énergique d'organes dépendant du même système.

L'illusion n'est donc jamais possible pour les malades, et bientôt, ne voyant pas survenir une guérison complète, ils se découragent et abandonnent les traitements rationnels et prudents.

Dans beaucoup d'affections chroniques de la moelle, les traitements ont encore ce désavantage, c'est de ne pouvoir enrayer la maladie que pour un temps limité. Lorsqu'on les suspend, l'amélioration se prolonge plusieurs semaines ou plusieurs mois, mais elle ne peut être constante pendant des années. Le propre de ces affections est, en effet, d'avoir une marche progressive; et même pour quelques-unes qui semblent héréditaires, au bout d'un certain nombre d'années le développement se fait avec une rapidité qu'aucun agent thérapeutique ne peut enrayer.

De même que pour les affections chroniques des autres organes il faut un traitement continu, une hygiène sévère, de même pour les affections des centres nerveux il faut un traitement qui ne soit pas trop souvent suspendu. Après un repos de quelques mois, dès que les lésions semblent progresser, il est nécessaire de reprendre l'emploi des courants continus.

Il faudrait enfin se rappeler que le système nerveux, comme tous les autres systèmes, réclame un fonctionnement régulier, une sorte d'hygiène. Or, dans la vie moderne, avec les excitations qui entourent surtout l'habitant des villes, cette hygiène est presque impossible. L'état moral, le découragement qu'amène la maladie est déjà une mauvaise condition. Ajoutez à cela la surexcitation produite souvent

par la lésion elle-même. De plus, nos habitudes sociales et, par-dessus tout, nos préoccupations intellectuelles, mettent notre système nerveux constamment en action et ne lui laissent aucun repos fonctionnel. Un muscle malade oblige au repos, un estomac fatigué rejette les aliments, mais le système nerveux affaibli, surexcité, se prête encore à une sorte d'activité, il donne des extases pour le cerveau, des spasmes pour la moelle, et l'on s'habitue quelquefois à regarder ces phénomènes morbides comme la manifestation de phénomènes normaux. Il survient ainsi une sorte de surexcitation fiévreuse, mais ce n'est pas là le fonctionnement régulier et naturel, c'est une activité morbide et dont la durée devient funeste.

Il faudrait donc, en même temps qu'on emploie des agents thérapeutiques, placer les malades du système nerveux dans des milieux moins excitants; car pour toutes les affections les remèdes ne peuvent agir efficacement que lorsque les conditions hygiéniques sont satisfaisantes. Quel remède saurait être assez efficace pour les affections chroniques des poumons, lorsque les malades vivent au milieu d'un air vif et variable? De même, comment obtenir tous les résultats du traitement dans les affections du système nerveux, alors que les mœurs, les passions et les conditions sociales sont souvent une des causes de leur production, et que les malades ne peuvent ni ne veulent même se soustraire à ces milieux?

Une des singularités des affections de la moelle est que l'ensemble des symptômes ne répond pas toujours à la lésion qu'indique l'anatomie pathologique, ou plus exactement que la lésion des mêmes éléments nerveux donne lieu à des altérations et à des symptômes différents. Ainsi, dans l'atrophie musculaire progressive, dans la paralysie glosso-

labio-laryngée, dans la paralysie infantile et dans la paralysie atrophique de l'adulte, la lésion est toujours localisée dans les cellules nerveuses des cornes antérieures et cependant la marche de la maladie est bien différente. Cela dépend des modifications trophiques qui surviennent sous l'influence du système nerveux, et cette question, même au point de vue thérapeutique, est suffisamment improtante pour que nous croyons devoir lui consacrer un chapitre spécial.

Des troubles de nutrition consécutifs aux affections des nerfs. Y a-t-il des nerfs trophiques?

Il est incontestable que les muscles ou les nerfs qui sont privés de l'influence centrale du système nerveux finissent par s'altérer et par s'atrophier. Il y a donc des troubles de nutrition qui surviennent chaque fois qu'un de ces éléments est soustrait à l'action du système nerveux. Mais la marche et le caractère de ces atrophies, ayant pour cause l'*absence d'action* du système nerveux, sont bien différents de ceux qu'on observe dans certains cas de *compression* et d'*irritation* des nerfs. La division suivante, faite par Brown-Séquard, est donc très importante, et paraît fondamentale : « J'ai vu, dit cet illustre physiologiste, plusieurs centaines d'animaux survivre des mois entiers à la section de la moelle épinière, et ne présenter aucune lésion dans ces parties paralysées, si ce n'est une atrophie assez lente à se montrer. Dans deux cas, au contraire, où des exostoses se sont formées à l'endroit de la section de la moelle, il y a eu une atrophie considérable en cinq ou six jours, et une ulcération gangreneuse du sacrum et de quelques points à la cuisse. *Il faut*

donc distinguer les effets de l'irritation de la moelle épinière et des nerfs, et ceux de la paralysie ou simple cessation d'action; en d'autres termes, il faut distinguer les effets de l'action morbide de ceux de l'absence d'action. »

Tout le monde est d'accord sur ce point que, dans la simple absence d'action du système nerveux, les troubles de nutrition proviennent du défaut d'activité des éléments. Dans tous les organes doués de propriétés de la vie animale, « il y a solidarité entre la nutrition et l'exercice de la propriété spéciale à l'élément anatomique, de telle sorte que lorsqu'on le met dans l'impossibilité de manifester celle-ci, la nutrition se modifie graduellement et entraîne peu à peu l'atrophie avec modification de structure » (Robin).

La divergence d'opinions entre les auteurs n'a lieu que dans l'explication des altérations actives à la suite de compression ou d'irritation des nerfs ou de la moelle, les uns admettant que les troubles de nutrition ne sont jamais que le résultat de changements vasculaires, les autres, au contraire, voulant que ces troubles de nutrition soient produits par l'irritation de nerfs spéciaux appelés *nutritifs* par Auguste Comte[1] et *trophiques* par Samuel. Ces nerfs auraient une influence directe sur la nutrition et se rendraient sur les cellules mêmes ou sur les épithéliums, de la

1. C'est en 1854 que Auguste Comte a parlé, pour la première fois, de *nerfs nutritifs* (*Politique positive*, t. IV, p. 237). « ... Outre cette influence générale, le centre cérébral se rattache particulièrement au corps par les *nerfs spéciaux de la nutrition*. Ils remplissent envers elle, avec moins d'énergie, un office de perfectionnement analogue à celui des nerfs moteurs pour les fonctions musculaires. »

Dans une lettre au docteur Audiffrent, écrite en 1857 et publiée en 1862 dans l'*Appel aux médecins*, Auguste Comte dit : « Il n'existe réellement que trois classes de nerfs, nutritifs, sensitifs et moteurs, qui constituent, si l'on veut, autant de systèmes respectivement subordonnés aux trois régions du cerveau. »

Cette théorie a été également développée par le docteur Audiffrent, dans son *Traité du cerveau et de l'innervation*.

Dans d'autres chapitres, au contraire, et antérieurs à ceux que nous venons de citer, Auguste Comte est loin d'être partisan des nerfs trophiques.

même manière que les tubes nerveux vont s'appliquer sur les faisceaux musculaires.

La question revient donc à celle-ci : Le système nerveux a-t-il une influence directe sur la nutrition?

Samuel et les partisans des nerfs trophiques admettent que les animaux inférieurs ainsi que toutes les cellules se nourrissent d'après les lois générales, mais que, dans les organisations élevées, la nutrition reçoit une excitation spéciale à l'activité, par l'influence incessante des nerfs trophiques.

La suppression de cette influence trophique des nerfs n'arrête pas la nutrition ni les phénomènes qui reposent sur elle, mais elle l'affaiblit beaucoup, tandis que son augmentation exagère le mouvement nutritif.

Il y a donc un premier point qui est hors de toute discussion, c'est que chaque élément anatomique a son autonomie, et qu'il peut se nourrir en dehors de l'influence directe du système nerveux.

Ce fait une fois admis, il s'agit de savoir si, dans certains cas, et ils sont très nombreux et incontestables, le système nerveux exerce sur les phénomènes de nutrition une action directe ou si cette action n'est toujours qu'indirecte.

La majorité des auteurs, Claude Bernard, Robin, Virchow, n'admettent qu'une action indirecte du système nerveux sur la nutrition, qui a lieu par l'intermédiaire des nerfs vaso-moteurs. Ceux-ci font resserrer ou dilater les vaisseaux, diminuent ou augmentent l'apport du sang, et, par conséquent, peuvent modifier la nutrition des tissus.

A cette théorie des nerfs vaso-moteurs, les partisans des nerfs trophiques répondent, avec raison, que ni le resserrement ni la dilatation des vaisseaux ne produisent des troubles de nutrition, qu'il y a des exemples de paralysie

des nerfs vaso-moteurs pendant des mois et des années, sans aucune modification trophique, et que, au contraire, la nutrition dans quelques-uns de ces cas semble augmenter.

Cette objection a cependant un côté spécieux, car s'il est vrai que la paralysie ou l'excitation des nerfs vasculaires est hors d'état de produire une inflammation, il faut cependant tenir compte de ce fait, mis hors de doute par les observations pathologiques et expérimentales, que lorsque les nerfs vaso-moteurs sont paralysés, la moindre cause produit de l'inflammation.

L'inflammation, en effet, ne consiste pas seulement dans des troubles de nutrition, mais elle débute par un arrêt de la circulation capillaire. Comme nous l'avons développé dans le chapitre sur la circulation, le plus léger obstacle à la circulation périphérique peut amener des stases sanguines considérables, lorsque les nerfs vaso-moteurs sont paralysés; les artérioles ayant perdu leur contractilité autonome ne peuvent plus combattre localement ces troubles circulatoires. Les vaisseaux se laissent distendre et restent inertes, et, par conséquent, dès qu'en un point il y a un léger obstacle et quelques globules accumulés, aussitôt la circulation est arrêtée en ce point, la masse sanguine, qui vient incessamment, se trouve interceptée, les capillaires s'obstruent peu à peu, et l'inflammation est déclarée. L'arrêt du sang dans les capillaires, la privation de sang nouveau oxygéné, doit nécessairement amener consécutivement et très rapidement des troubles de nutrition. Nous ne voulons pas insister plus longuement sur ce sujet, et nous en tirons aussitôt la conclusion suivante :

Il y a des lésions trophiques qui sont le résultat d'un changement dans la circulation capillaire à la suite d'altérations des nerfs vaso-moteurs.

Mais nous ajoutons de suite qu'il existe d'autres lésions trophiques où les troubles de la circulation sont peu marqués. Ce sont ces cas qu'il nous reste à étudier.

La plupart des auteurs qui nient l'existence des nerfs trophiques n'admettent que les nerfs moteurs, les nerfs sensitifs, et les nerfs vaso-moteurs. Ils rejettent, par conséquent, les nerfs sécréteurs, et ils considèrent les organes sécréteurs comme agissant « en vertu d'une propriété inhérente à leur tissu, et qu'ils ne doivent nullement aux nerfs qu'ils reçoivent. Ceux-ci se bornent, comme dans l'acte de la nutrition, à régulariser la marche du phénomène sécrétoire » (Chauveau).

Cependant des expériences de Ludwig démontrent que la sécrétion salivaire peut avoir lieu en l'absence de toute circulation et par une action directe des nerfs. L'excitation de la corde du tympan amène une sécrétion de salive, même en liant l'artère ou en enlevant complètement la glande sous-maxillaire. Ludwig en conclut très légitimement que l'on doit admettre, outre les fibres vaso-motrices, d'autres fibres spécifiques qui agissent directement sur la sécrétion, et Pflüger même prétend en avoir constaté l'existence et avoir observé des tubes nerveux se terminant directement dans les cellules glandulaires.

Comme les auteurs qui rejettent l'existence des nerfs trophiques n'admettent pas celle des nerfs sécréteurs, il est arrivé nécessairement, comme cela arrive toujours dans l'histoire des sciences, que la découverte des nerfs sécréteurs est devenue un argument en faveur de l'existence des nerfs trophiques. C'est, en effet, sur cette seule expérience de Ludwig que s'appuient les partisans des nerfs trophiques.

Ils prétendent, avec raison, que cette influence des nerfs

sur la sécrétion indique que le système nerveux a une action sur les phénomènes chimiques qui se passent dans les éléments anatomiques.

Quant à nous, jusqu'à présent, nous sommes en accord complet avec les partisans des nerfs trophiques, car pour simplifier la discussion, nous avons admis sans conteste les nerfs sécréteurs ou les nerfs glandulaires. D'un autre côté, cependant, nous ne saurions admettre des nerfs spéciaux agissant sur la nutrition, et nous croyons qu'à partir de ce point, les défenseurs des nerfs trophiques ont fait une grande confusion entre la nutrition et la fonction d'un élément, entre les phénomènes chimiques qui accompagnent la nutrition et ceux qui s'accomplissent pendant le fonctionnement.

La nutrition consiste dans une rénovation moléculaire continue, dans un échange de matières, les unes pénétrant l'élément anatomique par assimilation, les autres en sortant par désassimilation. Pour quelques éléments anatomiques ou pour certains animaux inférieurs, il n'existe que cette seule propriété, et la fonction est purement passive ou du moins elle est continue et se confond avec la nutrition. Chez les animaux supérieurs, et pour les éléments qui constituent les organisations élevées, la fonction est au contraire intermittente et consiste physiologiquement dans l'activité, c'est-à-dire dans la manifestation des propriétés inhérentes à telle ou telle substance, et chimiquement dans la combinaison des molécules en présence, combinaison qui est presque toujours une oxydation. Toute fonction use, dépense les activités moléculaires accumulées lentement par la nutrition. La nutrition est, il est vrai, également une oxydation, mais elle est lente, tandis que le processus chimique qui accompagne la fonction est une oxydation rapide.

La nutrition *a lieu constamment* (excepté peut-être pendant le fonctionnement), et elle constitue le caractère essentiel et fondamental de la vie ; *la fonction, au contraire, ne peut durer qu'un certain temps*, elle a bientôt épuisé toutes les énergies possibles de l'élément, et il faut des instants de repos pour que la nutrition puisse de nouveau y accumuler les matériaux nécessaires à l'oxydation rapide qui détermine la fonction.

Quel est le rôle du système nerveux dans toute l'économie? Il consiste uniquement à provoquer la fonction des éléments anatomiques avec lesquels il correspond. Quel que soit le nom que l'on donne à des filets nerveux ou à un ensemble d'éléments nerveux, on est toujours obligé en dernier lieu de leur reconnaître ce caractère essentiel, d'agir comme agent de fonctionnement ou, pour emprunter aux sciences physiques une expression très juste, comme force de dégagement. Ce n'est que par un abus de langage qu'on dit qu'il y a des nerfs moteurs ou des nerfs sensitifs, car il n'y a à vrai dire que des filets nerveux qui se rendent à des éléments musculaires où à des cellules nerveuses. Les nerfs dits sensitifs se rendent à des cellules nerveuses dont la sensibilité est la propriété immanente, de même que la contractilité est la propriété immanente de la fibre musculaire, et l'excitation des filets qui se rendent aux cellules sensitives les met en activité, provoque leur fonction de sensibilité, de même que l'excitation des nerfs qui se rendent aux muscles provoque la contraction. Le rôle des filets nerveux est donc partout et toujours le même ; il met en activité les propriétés des éléments avec lesquels il communique, il fait fonctionner les éléments, c'est-à-dire qu'il fait oxyder les principes immédiats qui y sont renfermés.

De quelque manière qu'on veuille envisager le système

nerveux, quels que soient les nerfs qu'on suppose, on ne peut jamais concevoir un rôle autre que celui de provoquer le fonctionnement des éléments spéciaux. Le nerf moteur met la fibre musculaire en activité, le nerf sensitif met la cellule sensitive en activité, le nerf sécréteur met les cellules glandulaires en activité; tous ainsi agissent forcément sur les modifications chimiques qui se font dans chaque élément spécial, mais en augmentant la dépense et l'usure.

L'influence directe du système nerveux, loin d'être *trophique*, c'est-à-dire d'agir sur les actes moléculaires ou chimiques de la nutrition, est donc au contraire toujours *anti-trophique*, car elle détermine l'oxydation des principes accumulés par la nutrition, et détruit pour ainsi dire l'œuvre des actes nutritifs qui ont lieu pendant le repos fonctionnel. Le rôle du système nerveux est *destructeur* des principes assimilés, et non réparateur. Il emploie et use les matériaux fournis par le mouvement normal d'endosmose; aussi à l'état normal son action n'est jamais continue, et même pour les organes de la vie végétative il y a nécessairement des intervalles de repos[1].

Les courants autonomes des tissus nous expliquent d'ailleurs bien nettement ces divers phénomènes. Nous avons pu comparer les différents éléments anatomiques à des petites piles; il est absolument exact que les substances albuminoïdes brûlent dans les tissus comme le métal dans la pile, et toutes les lois si faciles à étudier et à contrôler dans une pile se retrouvent dans les éléments anatomiques. Une pile en repos, quoiqu'elle ne fonctionne pas, éprouve une certaine usure, mais cette usure n'est rien à côté de celle qui a lieu quand la pile est en activité; d'un autre côté, cette

1. Voy. *Revue des cours scientifiques*, 12 février 1870; Onimus, *Des forces en tension et des forces vives dans l'organisme animal.*

activité ne peut persister longtemps sans aussitôt user complètement les divers matériaux dont se compose la pile. Ici aussi nous avons une grande différence entre l'usure ordinaire sans fonctionnement, et l'usure souvent énorme quand il y a fonctionnement (Voir le chapitre sur *la nutrition*). Lorsque le fonctionnement est permanent sans que les produits formés soient évacués et sans qu'ils soient remplacés au fur et à mesure de l'usure, c'est que la pile s'altère et se détruit. Donc c'est l'excès de fonctionnement, sans réparation suffisante des éléments constitutifs, qui produit la destruction de l'ensemble, et cependant les actions qui ont lieu en ce moment sont identiques à celles qui se font lorsque le fonctionnement a lieu modérément ou par intermittence. Plus la pile sera susceptible d'énergie, plus vite l'usure aura lieu; de même plus un tissu aura de vitalité, plus vite il sera altéré par une activité trop intense, et par conséquent plus facilement il présentera des troubles trophiques.

Comme nous le disions plus haut, le système nerveux partout n'a d'autre action que de provoquer la fonction, c'est-à-dire de produire des oxydations intimes, de mettre en activité les innombrables petites piles qui constituent les tissus et d'utiliser les forces électriques qui y sont accumulées. Nous savons combien l'état électrique se modifie au moment du fonctionnement, et cet état électrique, comme nous l'avons dit, indique que l'oxydation devient à ce moment beaucoup plus considérable dans toutes les parties, de telle sorte que le courant change de sens et indique un état négatif pour les points où la masse de tissu est plus grande[1].

1. Il faut se rappeler que le courant électrique n'est que le résultat d'un état électrique différant entre deux points donnés, et que le point le plus oxydé est négatif par rapport à l'autre.

Le fonctionnement est le résultat de l'activité du système nerveux; or le fonctionnement est fatalement accompagné d'une activité plus grande ou en d'autres termes d'une oxydation plus grande et d'une action plus considérable des courants électriques autonomes. Le système nerveux n'a que cette seule action et elle est bien suffisante pour qu'il ne soit pas logique d'en chercher une plus compliquée.

D'un autre côté, la théorie des partisans des nerfs trophiques se réduit à cette proposition : « Il existe des nerfs qui agissent sur la nutrition; à l'état normal, leur action est presque nulle et leur suppression n'arrête pas la nutrition, mais leur moindre excitation produit très rapidement des troubles de nutrition et la destruction complète des tissus. »

Voilà des nerfs dont l'utilité est vraiment très contestable; quand ils agissent, ce n'est que pour amener consécutivement la destruction des tissus! Cependant on les a déclarés nécessaires; un peu plus, on les aurait appelés providentiels, et Duchenne ne doute pas que « si les nerfs trophiques n'existaient pas, il faudrait les inventer »!

Si, par contre, nous nous reportons aux principes exposés plus haut, nous savons que l'action des filets nerveux est toujours la mise en activité des éléments avec lesquels ils sont en communication, et que cette influence entraîne une oxydation plus rapide des principes immédiats contenus dans chaque élément. Nous avons dit, de plus, qu'en raison de cette énergie de combinaison des matériaux, l'action du système nerveux n'était jamais continue, et qu'il y avait, à l'état normal, des instants de repos pour permettre à la nutrition de réparer les usures moléculaires faites pendant la mise en activité.

Pour que la constitution immédiate d'un élément ne soit

pas changée, pour que la nutrition normale puisse s'effectuer, ilest donc nécessaire que l'influence du système nerveux ne s'exerce pas d'une manière constante; il faut, en un mot, qu'en un point quelconque du trajet des nerfs, il n'y ait pas une cause d'irritation permanente. — Cette irritation, c'est-à-dire une suite non interrompue d'excitations plus ou moins faibles, amène une succession rapide d'oxydations dans les éléments, modifie par conséquent leur composition chimique et empêche la nutrition normale. — Cela est vrai pour toute espèce de nerfs, aussi bien pour les nerfs sensitifs que pour les nerfs moteurs, et les cellules sensitives peuvent subir des altérations trophiques à la suite d'irritation des fibres sensitives aussi facilement que les muscles lorsque les cellules motrices ou les filets musculaires sont irrités. — Dans tous les cas, il n'est nullement besoin de supposer une nouvelle espèce de nerfs dont l'action ne s'exercerait pour ainsi dire que dans ces cas pathologiques.

On comprend facilement, d'après ces faits physiologiques, comment l'absence du système nerveux ne détermine aucun trouble de nutrition, tandis que toute cause qui produit une excitation non interrompue, comme la compression, l'inflammation aiguë, etc., amènent rapidement des altérations trophiques. — Toute excitation prolongée, toute irritation partielle dépassant la durée normale du fonctionnement, affaiblit les éléments, y accumule les produits d'oxydation et produit consécutivement des troubles de nutrition, absolument comme dans une pile qui fonctionne trop énergiquement.

En effet, dans tous les faits cliniques et anatomo-pathologiques qui ont été cités en faveur de l'existence des nerfs trophiques, on trouve toujours soit une inflammation aiguë

en un point quelconque du système nerveux, soit une compression (myélite, luxations et fractures de la colonne vertébrale, cas de Baerensprug et Charcot, où l'adhérence des ganglions spinaux à la paroi du canal intervertébral donna lieu à un zona, etc.).

En général, si la compression ou l'inflammation des nerfs périphériques reste limitée, les troubles trophiques ne se produisent que lentement. Il n'en est plus de même lorsque les causes d'irritation ont lieu du côté des centres, et surtout du côté des régions qui renferment les cellules nerveuses.

Mais pour les filets nerveux, comme pour les cellules, il y a deux sortes d'altérations ; et c'est pour établir cette division importante au point de vue clinique que nous nous sommes laissé entraîner dans cette discussion sur les nerfs trophiques.

Dans un premier groupe d'affections, la destruction des cellules nerveuses se fait lentement et progressivement, par une sorte d'atrophie simple ; dans le second groupe la destruction est rapide, l'irritation est continue, et amène aussitôt pour les cellules nerveuses et les éléments qui en dépendent des troubles trophiques très graves.

Les affections de la moelle du premier groupe n'entraînent que peu à peu la destruction des muscles ou des autres éléments nerveux avec lesquels correspondent les régions lésées. C'est par une atrophie lentement progressive, et au bout de mois et d'années que les lésions trophiques apparaissent; dans ce cas, les altérations anatomiques sont presque toujours celles qu'amènent le repos absolu et la perte du fonctionnement.

Dans le second groupe, les lésions trophiques sont presque immédiates et présentent des altérations anatomiques

différentes selon les régions, mais qui ont néanmoins beaucoup d'analogie, quelle que soit la cause qui produise l'irritation rapide et continue de la moelle. En effet, les lésions traumatiques, les compressions ou l'inflammation aiguë de la moelle amènent souvent les mêmes lésions trophiques. C'est ainsi que, dans la paralysie spinale infantile et dans l'atrophie musculaire progressive, l'examen histologique indique la même lésion consistant dans l'altération et la destruction des cellules nerveuses des cornes antérieures. Seulement, dans la paralysie spinale, l'affection a une marche rapide, et consiste dans une inflammation aiguë; la conséquence est une altération trophique considérable et immédiate dans les muscles. Daus l'atrophie musculaire progressive, au contraire, les cellules nerveuses n'ont été détruites que lentement et sans irritation proprement dite, le contre-coup de cette lésion n'a donc pu être immédiat sur les organes périphériques, et les lésions trophiques ne se produisent que peu à peu et indirectement.

Nous ajouterons qu'il est facile de comprendre, par les mêmes raisons, pourquoi dans la même affection on peut quelquefois trouver deux formes de lésions anatomiques; car, même dans les affections à marche lente et progressive, il peut survenir à certaines périodes des poussées inflammatoires, et une irritation circonscrite en quelques points. Réciproquement, une affection d'origine aiguë peut, à la longue, donner lieu à des altérations chroniques qui prennent alors une forme et un caractère différents de ceux qui existaient au début de la maladie.

On peut donc expliquer d'une manière logique les différentes lésions trophiques qui apparaissent à la suite des affections du système nerveux, sans pour cela avoir recours à l'hypothèse de nerfs particuliers, présidant uniquement

aux phénomènes intimes de la nutrition, et sans admettre qu'il existe dans les centres nerveux des régions où ces nerfs prennent leur origine. Il faut distinguer, comme l'a si bien fait observer Brown-Séquard, les effets de l'irritation de la moelle épinière et des nerfs et ceux de la paralysie ou simple cessation d'action. Mais cette différence est vraie pour tous les nerfs et elle n'est nullement la propriété exclusive de quelques nerfs spéciaux ; les considérations que nous avons développées, rendent compte de la raison d'être de cette différence et des phénomènes qui la constituent.

En résumé, physiologiquement, il est impossible d'admettre l'existence des nerfs trophiques. D'un autre côté les faits pathologiques sur lesquels on s'est appuyé peuvent très bien s'expliquer sans cette hypothèse, d'après les lois que nous avons exposées et qui peuvent se résumer en ces mots :

L'action du système nerveux, en provoquant le fonctionnement des organes, amène l'usure des principes immédiats qu'ils renferment ; il dénourrit, pour ainsi dire. C'est justement par l'exagération de ce rôle, dans certains cas pathologiques, qu'il détermine des lésions trophiques dans les éléments qui reçoivent son influence.

AFFECTIONS CÉRÉBRALES.

Les seules affections cérébrales se rattachant au système nerveux encéphalique que nous ayons à examiner sont certaines formes d'excitation cérébrale, l'hémorrhagie cérébrale et les paralysies des nerfs de l'œil.

Jusqu'à présent les courants électriques ont été fort peu employés pour les affections cérébrales, excepté pourtant

pour les paralysies des nerfs de l'œil. Cela se conçoit facilement, car il y a toujours une grande imprudence à diriger des courants d'induction à travers la tête, et même pour les courants continus, les malades comme les médecins craignent toujours leur emploi dans ces régions.

Nous répéterons ici ce que nous avons déjà dit pour la moelle : le courant de la pile peut devenir un *sédatif*, un *calmant*, et de plus, avec un peu d'expérience, il n'y a aucun danger à l'appliquer directement sur les centres nerveux et même sur la tête.

Nous avons bien des fois fait passer à travers la tête des courants continus plus ou moins intenses; jamais, et cela chez des personnes de tout âge, nous n'avons eu le moindre accident.

Aussi sommes-nous persuadé que dans plusieurs cas d'excitation cérébrale, de troubles dans la circulation intracranienne, peut-être même dans certains cas de délire, on pourrait retirer de grands services de l'emploi des courants continus. Les quelques faits que nous avons eu l'occasion d'observer nous confirment dans cette opinion.

Dans bien des cas, lorsque nous avions occasion de placer des pôles sur la tête, les personnes électrisées accusaient une tendance au sommeil et, en général, avaient la nuit suivante un sommeil très long et très calme. Cette tendance est surtout très marquée chez les femmes qui sont atteintes d'affections nerveuses. Nous l'avons observée chez une jeune fille qui présentait les symptômes suivants : hoquets persistant depuis dix-huit mois, contracture des muscles fléchisseurs de la jambe droite, hypéresthésie très prononcée de toutes les régions du dos, crises violentes tous les matins et tous les soirs durant plus d'une heure. Pendant ces crises, la malade avait une série de secousses

comme tétaniques, elle se roulait et sautait sur son lit, et nous ne pouvons mieux comparer cet état qu'à celui qu'on observe chez les animaux empoisonnés par la strychnine. Chez cette jeune fille, ayant, dans le cours du traitement, appliqué le pôle positif (huit volts) sur le front et le pôle négatif sur la nuque, nous déterminâmes chaque fois une grande tendance au sommeil; dans une séance, elle s'endormit même pendant quelques instants.

Une autre malade présentait tous les phénomènes hystériques les plus graves, et même des symptômes de catalepsie. Elle restait souvent trois ou quatre jours en délire, ayant des hallucinations continuelles, ne mangeant ni ne dormant. Dans une de ces crises, nous fîmes passer par l'encéphale un courant de dix éléments en mettant le pôle positif sur le front et le pôle négatif sur le cou vers le ganglion cervical supérieur. L'électrisation dura cinq minutes, et immédiatement après la malade s'endormit d'un profond sommeil pendant une demi-heure; la nuit suivante fut en même temps meilleure.

Si nous rapprochons ces faits, que nous pourrions multiplier, des observations de Burrows et de Donders sur l'état du cerveau pendant le sommeil, nous voyons combien ils concordent. En effet, pendant le sommeil les vaisseaux cérébraux sont rétrécis, et le même effet étant déterminé par les courants continus, en mettant le pôle positif du côté de l'encéphale, il est naturel d'obtenir dans ces conditions le même résultat, c'est-à-dire le sommeil.

Ces faits nous montrent encore combien on peut sans danger et souvent avec avantage faire agir les courants continus même sur les centres encéphaliques, et nous sommes persuadés que dans certaines formes de délire ou d'excitation cérébrale ils pourraient rendre de grands ser-

vices. Nous avons obtenu, au bout de fort peu de séances, un résultat très satisfaisant sur un jeune Russe de vingt-huit ans qui était dans un état très inquiétant d'excitation cérébrale, ayant des hallucinations et un sommeil très difficile et très agité.

Hiffelsheim cite également quelques cas de congestion cérébrale et même de ramollissement dans lesquels l'emploi des courants continus lui a donné de bons résultats. Baillarger a mentionné à la Société médico-psychologique des cas d'hallucinations chroniques de l'ouïe traités avec succès par Hiffelsheim. Une des malades a été « complètement guërie d'hallucinations qui duraient depuis plus d'une année, et qui entretenaient chez elle les conceptions délirantes les plus tristes et la réduisaient à l'état le plus misérable » [1].

Le point important dans l'électrisation de l'encéphale est de ne jamais appliquer le courant d'une manière brusque et de le maintenir bien constant.

Il faut commencer la séance par un courant très faible, qu'on augmente peu à peu et sans déterminer d'interruption.

Quand on veut cesser l'électrisation on diminue également lentement l'intensité du courant.

En procédant ainsi, on évite les phosphènes violents et l'étourdissement [2]. Ces deux phénomènes se manifestent uniquement au moment où l'on applique et au moment où l'on enlève les rhéophores, s'ils dépendent de l'intensité du courant. On peut donc les diminuer ou les empêcher complètement, en évitant les interruptions et en ne faisant

1. Baillarger, *Archives cliniques des maladies mentales*, 1861.
2. Au moment où l'on cesse brusquement l'électrisation, il y a une tendance à tomber du côté électrisé.

passer au moment de la fermeture, qu'un courant très faible.

Dans la plupart des cas, nous plaçons le pôle positif sur le front et le pôle négatif sur la nuque, pendant cinq à six minutes.

La direction des courants a, dans ces cas également, une grande importance, car les circulations locales varient selon la direction, et nul organe peut-être n'est aussi sensible aux changements vasculaires que le cerveau.

L'expérience suivante montre bien l'influence de la direction, et nul organe peut-être n'est aussi sensible que le cerveau aux changements vasculaires.

Sur un chien robuste, nous avons trépané le crâne afin d'examiner l'état des vaisseaux cérébraux, sous l'influence des courants continus. En mettant le pôle positif sur la portion du cerveau mise à nu et le pôle négatif sur une plaie du cou près du ganglion cervical supérieur (dix éléments de Remak), on déterminait un resserrement des vaisseaux, et le cerveau s'affaissait légèrement, mais d'une manière visible. En mettant, au contraire, le pôle positif sur le cou et le pôle négatif sur le cerveau, on observait une injection des capillaires cérébraux, et le cerveau faisait hernie à travers l'ouverture pratiquée sur la voûte crânienne (Il faut remarquer que dans ce cas le premier courant est centripète et le second centrifuge, par rapport aux centres sympathiques). On peut donc à volonté augmenter la circulation ou la diminuer dans l'encéphale comme dans toute espèce d'organe.

Ce fait démontre d'une manière évidente que les courants peuvent être un agent thérapeutique important, soit dans la congestion, soit dans l'anémie cérébrale. Les recherches faites dans ce sens par MM. Laborde et Letourneau viennent confirmer cette manière de voir.

Hémorrhagies cérébrales.

Nous répétons, au sujet des paralysies par hémorrhagie cérébrale, ce que nous avons déjà dit précédemment, à savoir que le traitement par les courants continus diffère essentiellement de celui pour les courants induits. Tandis que l'emploi de ceux-ci ne peut être fait que quelques mois après l'hémorrhagie et qu'ils ne peuvent être appliqués que sur les membres, les courants continus sont avantageusement employés quelques jours après l'attaque et dirigés directement sur le siège de la lésion cérébrale ou sur le sympathique cervical du côté de la lésion. Il est donc important de distinguer ces deux modes de traitement.

Courants induits. — Les courants induits sont appliqués directement sur les membres paralysés, et Duchenne recommande surtout de ne commencer le traitement que lorsque la maladie est complètement chronique, c'est-à-dire, en général, après plusieurs semaines ou même quelques mois.

Il est inutile, en effet, d'employer les courants induits tout de suite après l'attaque apoplectique. Les muscles paralysés conservent la contractilité électro-musculaire aussi longtemps qu'il ne s'est pas formé dans la moelle des dégénérescences secondaires. Alors même qu'on rendrait les fibres musculaires plus fortes et plus vigoureuses que les fibres des muscles sains, à quoi aurait-on abouti ? Les contractions volontaires n'en seraient pas moins anéanties.

Que désirent donc ceux qui veulent rétablir, à l'aide de courants induits, les paralysies d'origine cérébrale ? Rétablir la contractilité musculaire ; mais elle n'est point per-

due. Ce qui l'empêche d'agir, c'est la lésion cérébrale; c'est elle qu'il faudrait modifier, et personne ne songe à y arriver en électrisant localement les muscles.

Donc il est évident que, dans les paralysies cérébrales, les courants induits n'ont aucune influence directe, et qu'ils ne peuvent être utiles qu'autant que la résorption a été complète et que les membres reprennent peu à peu leurs mouvements volontaires. Dans ce cas, ils activent certainement le retour des mouvements; en les forçant à se mouvoir, ils dérouillent, pour ainsi dire, les membres paralysés.

Lorsque les paralysies sont récentes, l'application des courants électriques aux muscles paralysés est, non seulement inutile, mais elle peut être très nuisible. On peut craindre l'influence de l'excitation générale qui accompagne toujours l'emploi local des courants induits, et voir de nouvelles hémorrhagies se produire.

Duchenne a remarqué que les malades qui, six à huit mois après le début d'une hémorrhagie cérébrale, ont conservé une paralysie plus ou moins complète, mais sans la moindre contracture, ont été, avec avantage, traités par l'électrisation localisée. On n'a, au contraire, aucun résultat à attendre de ce traitement, lorsque l'hémiplégie est accompagnée de phénomènes de contracture.

Il faut également que les intermittences des courants soient éloignées les unes des autres; car, pour un certain degré de rapidité de ces intermittences, les sensations deviennent douloureuses et il peut en résulter une excitation générale qui, en réagissant sur les centres nerveux, risque de provoquer des accidents cérébraux. Enfin, il ne faut pas que les séances soient trop prolongées.

Dans tout les cas, il faut se garder de faire passer les courants des extrémités aux centres. Duchenne cite un

exemple remarquable des accidents graves qui peuvent en résulter. Un jeune homme de vingt-deux ans, frappé d'une hémiplégie à la suite d'une hémorrhagie cérébrale, avait cru, au bout d'un an, pouvoir faire cesser la contracture des muscles. Il avait fait passer les courants induits de l'une de ses mains dans l'autre en saisissant les électrodes avec chacune d'elles. Sa vie fut plusieurs jours en danger, et il ne sortit de l'hôpital qu'après un long séjour, et ayant des contractures plus fortes que celles qu'il avait voulu guérir [1].

Courants continus. — Remak a beaucoup insisté sur l'emploi des courants continus dans le traitement des paralysies et des contractures hémiplégiques; il en a exagéré la valeur, car il considère comme curables presque tous les cas de ce genre, et malheureusement cette opinion est loin d'être exacte.

Nous distinguerons dans le mode de traitement deux périodes, la première qui suit immédiatement l'hémorrhagie, et la deuxième qui n'a lieu que plusieurs semaines après l'attaque.

Dans la première période, sept à huit jours après le début de l'hémiplégie, on peut commencer l'emploi des courants continus. On place le pôle positif sur le front du côté de la lésion et le pôle négatif sur la nuque (fig. 149), et l'on fait passer un courant très faible, six à dix éléments pendant deux à trois minutes [2]. On électrise ensuite le ganglion cervical

1. Hiffelsheim insiste également sur la nécessité d'employer avec prudence les courants induits, et de ne pas chercher « à faire danser les muscles ».

« Pendant plusieurs années encore, dit-il, ce divertissement qui d'ailleurs *occupe* le malade et frappe momentanément (c'est la cause de sa grande vogue, les médecins partageant la faiblesse des autres hommes), cette empirique médication, utile ou nuisible selon le cas, sera exclusivement et absolument préférée. — Médecins, professeurs et public ne connaissent que la secousse, ignorent le travail de la pile. Et la secousse il vous la faut violente. Il y a huit jours, un praticien m'a retiré une paraplégique parce que je ne la *secouais* pas assez. » (*Loc. cit.*, p. 63.)

2. Nous répétons que le pôle négatif doit être mis sur la nuque, laissant de

supérieur avec un courant un peu plus fort, dix à quinze éléments et pendant près de cinq minutes. Il est indispensable de commencer l'électrisation par le courant le plus faible possible, un à deux éléments, et de l'augmenter lentement et progressivement. La même précaution doit être prise lorsqu'on cesse l'électrisation.



FIG. 149.

On facilite ainsi la résorption du caillot, en agissant modérément sur la circulation, et cette influence peut égale-

côté ici la question de direction en ce qui concerne le sympathique; si nous insistons, c'est que nous sommes ainsi en contradiction avec ce que recommandent Löwenfeld et Erb. Nous ne comprenons pas qu'il puisse y avoir une contradiction aussi grande, et qu'Erb ait pu écrire : « Si vous voulez accélérer la circulation et élargir les vaisseaux, faites agir le pôle positif sur la partie malade » (*Traité d'électrothérapie*, pag. 302). Il y a d'abord deux termes : « accélérer la circulation » et « élargir les vaisseaux », qui doivent être différenciés. Il se peut, et cela est même vrai, que la circulation est accélérée près du pôle positif (Voy. nos expériences sur la circulation périphérique), mais jamais nous n'avons vu les vaisseaux être élargis; partout et toujours, et cela chez tous les animaux, et sur tous les tissus, nous avons vu et bien vu, les vaisseaux être diminués près du pôle positif. Toutes les personnes qui voudront s'en donner la peine, et répéter plusieurs fois cette expérience assez facile, pourront constater les mêmes effets, et nous maintenons

ment être utile dans les cas où l'hémiplégie est due à une oblitération des vaisseaux, ou à une compression dépendant de la stase sanguine. Certes, dans les cas où le caillot étant volumineux a amené la déchirure d'une grande masse cérébrale, il est difficile d'espérer un résultat bien avantageux. Cependant, comme nous l'avons observé, l'électrisation faite d'après la méthode que nous venons d'indiquer semble hâter la période de réparation et le retour des mouvements dans les membres.

En général, du trentième au quarantième jour, la résorption est terminée, et la membrane limitante est formée et déjà vasculaire. C'est vers cette époque et même seulement vers la huitième semaine, que l'on emploie d'ordinaire les courants électriques. A cette période, il paraît fort difficile d'agir directement sur la lésion; tout au plus peut-on peut-être prévenir des atrophies secondaires des éléments nerveux qui sont en connexion anatomique et physiologique avec le siège des lésions cérébrales. Cela même est fort douteux et les résultats du traitement ne peuvent dépendre que de la gravité de la maladie. Il est donc très important d'employer les courants continus avant cette époque et pendant la période de réparation.

Si l'hémorrhagie a été légère, si les mouvements sont revenus en partie, et sont seulement incomplets ou doulou-

d'une façon absolue que c'est du côté du pôle négatif qu'a lieu l'élargissement des vaisseaux. D'ailleurs Erb reconnaît que cliniquement « il applique toujours le pôle positif par-devant sur la tête et que d'après les travaux de Löwenfeld, il pencherait assez maintenant à faire ses applications dans la direction opposée ». A notre avis, il faisait bien et il aurait tort de changer, d'autant plus que Neftel, qu'il cite lui-même, trouve également que le pôle positif appliqué par-devant produit de meilleurs effets que le pôle négatif. L'opinion que nous combattons a peut-être la même cause que celle qui a fait dire à Remak que le pôle positif dilate les vaisseaux « parce qu'il rend la peau rouge » ; mais cette action locale est bien loin d'être due uniquement au système vasculaire. Comme nous l'avons déjà dit, il faut tenir compte du réseau lymphatique, et cela est si vrai qu'en même temps Remak ajoute qu'il y a une dépression de la peau.

reux, on obtient un résultat brillant dès les premières séances. Les douleurs dans les membres et la difficulté des mouvements sont dues probablement à une légère contracture des muscles qui disparaît rapidement sous l'influence des courants continus. Dans ces cas, il est encore nécessaire d'électriser la tête et le sympathique. On voit, en effet, les mouvements s'exécuter plus librement, dès qu'on a agi sur l'encéphale, et être bien plus longs à réapparaître lorsqu'on agit uniquement sur les membres. Remak, Benedikt, recommandent également ce procédé.

Nous ne doutons pas que le temps, le massage, les courants induits, ne puissent amener, dans ces cas, la même guérison, mais leur action est plus lente, et de plus ils n'ont pas, comme les courants continus, l'avantage de pouvoir agir directement sur les régions nerveuses qui ont été plus ou moins ébranlées et irritées.

Lorsque l'hémorrhagie a été très forte et qu'au bout de quelques semaines les mouvements ne sont pas revenus, que peu à peu la contracture apparaît, les courants continus, comme la plupart des autres traitements, deviennent bien impuissants. Ils n'ont pas le pouvoir en effet de faire renaître les faisceaux nerveux détruits et d'empêcher les atrophies secondaires ; ils ne peuvent alors que calmer les douleurs et faire cesser momentanément les contractures.

Dans ces cas, après un certain nombre de séances, le courant étant appliqué sur le sympathique et sur les membres, et surtout après les premières séances, on obtient presque toujours un peu plus de facilité et d'étendue dans les mouvements ; cette légère amélioration reste acquise, mais après une quinzaine de séances elle ne fait plus de progrès.

Un fait que nous avons eu l'occasion d'observer plusieurs

fois, montre bien l'influence sur la circulation qu'exerce, dans toutes ces affections, l'électrisation par les courants continus. Nous nous souvenons de deux femmes qui, atteintes d'hémorrhagie cérébrale, ont en même temps eu des troubles du côté de la menstruation. Chez une de ces malades les règles avaient disparu pendant un an après son attaque et ne revenaient depuis cette époque que très irrégulièrement et très faiblement. Dès les premières semaines du traitement par les courants continus, les règles sont devenues plus abondantes et régulières. Chez une autre, les règles qui avaient complètement disparu après son attaque datant de deux ans, ont reparu après un mois de traitement.

Quant à la cessation des contractures, sur laquelle Remak a tant insisté, on l'obtient pendant le passage du courant. De plus, elle persiste un temps plus ou moins long après les séances. On calme ainsi les douleurs, on amène dans le membre une circulation plus active, on l'empêche de s'atrophier, mais nous n'avons jamais vu ces contractures cesser d'une manière définitive lorsque la lésion est ancienne.

En résumé, dans la plupart des hémiplégies, il est utile de commencer le traitement par les courants continus, quelques jours après le début de la maladie, et d'électriser faiblement la tête et le sympathique.

Quelques semaines après le début de la maladie, on électrise à la fois le sympathique cervical et les membres. L'étendue de la lésion et les circonstances qui ont accompagné le travail de réparation influent puissamment sur les résultats du traitement.

Dans les cas où les atrophies secondaires de la moelle se sont produites, on ne peut obtenir qu'une amélioration lé-

gère ou un soulagement aux douleurs des membres paralysés.

Paralysies des nerfs de l'œil.

Nerf optique. — Les altérations du nerf optique peuvent dépendre de lésions locales ou être consécutives à des affections cérébrales. Les premières dépendent de causes qui agissent directement sur le nerf optique ou sur les vaisseaux qui se trouvent à la base du crâne.

Les affections du cervelet, du pont de Varole, des corps genouillés, du lobe cérébral moyen, amènent presque toujours de l'amblyopie ou de l'amaurose, quoique dans beaucoup de cas ces régions n'aient de rapport ni de connexion avec les fibres du nerf optique.

Presque toujours les altérations fonctionnelles du nerf optique sont accompagnées d'altérations trophiques. Ces altérations sont causées, la plupart du temps, par des changements dans la circulation dus à une compression, soit directe, soit indirecte.

Cependant cette cause n'est pas toujours admissible, car l'existence d'un tubercule dans le cerveau ne peut pas expliquer la névro-rétinite par la compression sur les vaisseaux qui se rendent à l'œil. De plus, comme le fait remarquer Benedikt on ne peut non plus expliquer par cette théorie toute mécanique, les cas de névro-rétinite qui se trouvent quelquefois chez des personnes atteintes de petites tumeurs du cervelet, ni comprendre la disparition complète de la névrorétinite par des procédés thérapeutiques, sans que pourtant la tumeur ait diminué de volume.

On a également voulu expliquer ces altérations du nerf optique dans les affections cérébrales par une *névrite des-*

cendante. Mais cette hypothèse, probable pour certains cas, est contredite dans d'autres par les faits : l'affection primitive dans le cerveau ne se trouve pas toujours dans la région des fibres optiques, de plus, l'amblyopie se montre brusquement, ce qui ne peut concorder avec la propagation lente d'une inflammation par contiguïté. Enfin, dans la plupart des cas, l'affection primitive dans le cerveau n'est pas une inflammation.

En résumé, les affections localisées intra-craniennes sont accompagnées d'anomalies vaso-motrices qui se propagent, soit dans tout le cerveau, soit dans une de ses parties, soit dans des endroits éloignés du cerveau; dans certaines conditions, la névro-rétinite se présentera comme un symptôme de ces anomalies vaso-motrices.

La névro-rétinite symptomatique est donc, dans la plupart des cas, la suite d'une innervation maladive du nerf sympathique, comme elle est en même temps un symptôme de plusieurs altérations dans le cerveau.

Les symptômes dans presque toutes les affections cérébrales chroniques reposent sur des anomalies sympathiques vaso-motrices. C'est ainsi que l'on peut expliquer les bons résultats obtenus par la galvanisation du nerf sympathique, dans les affections cérébrales.

Dans le traitement de l'atrophie du nerf optique, Benedikt applique l'électrode positive sur le front et glisse l'électrode négative sur la tempe et sur l'angle interne de l'œil; l'application doit être forte, même jusqu'à production de sensation lumineuses subjectives.

L'influence de l'électrisation des parties de la face animées par le trijumeau, s'explique par une action réflexe et non par une irritation directe du nerf optique. En effet, la sensation lumineuse subjective ne dépend pas absolument de

l'intensité du courant, mais de la sensibilité du nerf triju-meau.

L'expérience de Turck, qui démontre l'influence de la compression des vertèbres cervicales sur la vue chez les amblyopiques, est une nouvelle preuve de ces actions réflexes. On obtient de plus des phosphènes, comme nous l'avons constaté plusieurs fois, en électrisant la partie cervicale de la moelle.

Le procédé de Benedikt est utile et rationnel, et cependant nous croyons devoir tenir les médecins en garde contre ce mode opératoire, car, entre des mains inexpérimentées, il peut devenir très dangereux. Les courants continus, par cela seul qu'ils pénètrent profondément dans les tissus, excitent même directement le nerf optique, et, dans beaucoup de cas, cette excitation doit être évitée. Nous rappellerons, à ce sujet, l'accident arrivé à Duchenne, chez un malade affecté de paralysie d'un côté des muscles de la face. Un jour qu'il l'opérait avec un appareil galvanique, en quelque point que fussent placés les excitateurs à la face, le malade percevait des flammes tellement éblouissantes qu'il lui semblait que l'appartement était en feu. « Il me pria, ajoute Duchenne, de suspendre toute application. Lorsqu'il revint de son éblouissement, il se plaignit d'un trouble considérable de la vue et s'aperçut qu'il n'y voyait plus du côté où l'opération avait été faite. L'œil du côté opposé ne paraissait pas avoir souffert. Je lui fis prendre immédiatement un bain de pieds; dès qu'il fut rentré chez lui une saignée lui fut pratiquée. La vue ne s'améliora pas; malgré l'emploi d'une série de moyens excitants et un traitement rationnel, on ne put obtenir qu'un léger amendement; la vue est restée considérablement affaiblie. »

Cet accident, si loyalement décrit par Duchenne, doit

nous être toujours présent à la mémoire, chaque fois que nous appliquons le courant du côté des yeux. Le tort de Duchenne avait été d'employer un courant trop fort, et de faire des interruptions, c'est là ce que font souvent des médecins inexpérimentés lorsqu'ils cherchent à guérir l'amaurose ou l'atrophie commençante du nerf optique.

Il faut bien se garder d'employer un courant trop intense et de faire des interruptions fréquentes, car souvent l'emploi peu méthodique du traitement hâte et exagère le travail inflammatoire et précipite la cécité complète. Nous avons vu des malades qui ont ainsi éprouvé une aggravation très grande, non seulement entre les mains des électriseurs empiriques, mais même en étant soignés par un oculiste très distingué et de grande réputation. Voulant, sans doute, suivre complètement la méthode préconisée par Benedikt, il promenait sur le front et sur la tête les rhéophores d'un courant assez fort, et la personne électrisée pendant la séance avait presque constamment la sensation des phosphènes. Nous le répétons, il faut une grande expérience et beaucoup de prudence dans l'électrisation du nerf optique, et, pour notre part, nous n'électrisons presque jamais que le ganglion cervical supérieur et le centre cilio-spinal. Nous agissons ainsi également et par action réflexe sur le nerf optique et directement sur la circulation intra-cranienne. Ce procédé a l'avantage de ne pas déterminer d'irritation du nerf optique, et, dans la plupart des cas, il donne des résultats avantageux.

Dans l'atrophie progressive du nerf optique, lorsque l'affection débute par la portion inférieure de la moelle, et qu'elle s'étend progressivement jusque dans les parties supérieures, il est souvent difficile d'enrayer le mal, et d'obtenir une amélioration du côté des phénomènes ocu-

laires. Dans ces cas, la maladie suit presque fatalement son cours, et souvent avec une rapidité extraordinaire, au moins quant à l'atrophie de la pupille. Nous avons observé un cas où le malade, pendant vingt ans, souffrait de douleurs lancinantes, sans autre symptôme, puis tout à coup la vue fut prise et complètement abolie en moins d'un an. Dans ce cas, aucun traitement n'est parvenu à déterminer une amélioration même passagère, et l'atrophie du nerf optique s'est produite sans le moindre temps d'arrêt.

Si peu nombreux que soient les cas d'amélioration d'atrophie du nerf optique, une modification de cette lésion est une chose tellement rare, que nous avons cherché avant tout à nous mettre à l'abri de toute erreur. Aussi, le diagnostic, les examens ophthalmologiques, les modifications survenues pendant le traitement, ont été constatés par des médecins spéciaux et par des ophthalmologistes distingués. Les indications que nous donnons ne nous sont donc nullement personnelles. Nous avons tenu à agir de cette façon, non seulement pour avoir des diagnostics exacts et contrôlés, mais encore pour nous mettre à l'abri de toute influence partiale et de toute illusion. Nous ferons en même temps remarquer que, dans les affections des yeux, l'observation clinique a une rigueur que ne comportent pas toujours les autres maladies, et que de plus l'imagination ne peut jouer chez les malades qu'un rôle insignifiant.

Obs. I. — R. Ch..., âgé de cinquante ans, se plaint depuis trois ans de céphalalgies, de douleurs dans les lombes, de fourmillements dans les jambes avec douleurs fulgurantes. Incertitude et hésitation dans la marche, surtout les yeux fermés.

A l'examen de la vue on trouve que le malade ne voit avec l'œil droit que les doigts à 6 pieds; avec un verre biconvexe 10, il ne peut lire que quelques mots du numéro 18 de l'échelle de Jæger, le champ visuel est libre; l'œil gauche emmétrope, l'acuité de la vision égale $\frac{1}{2}$; avec un verre biconvexe

10, le malade lit le numéro de l'échelle de Jæger à 8 pouces. Les pupilles sont excessivement rétrécies.

A l'ophthalmoscope on constate une atrophie des papilles des nerfs optiques plus avancée à droite, teinte bleuâtre. Après trois mois de traitement, les phénomènes du côté de la moelle s'améliorent, et en même temps la vision s'est également amendée.

Le malade voit alors avec son œil droit les doigts à 2 pieds, avec un verre biconvexe 10, il lit le numéro 16 de l'échelle de Jæger. L'œil gauche est dans le même état. Deux mois après, le malade voit avec son œil droit les doigts à 10 pieds et lit les petits mots du numéro 14 de l'échelle de Jæger avec un verre biconvexe 10. L'acuité de la vision de l'œil gauche égal $\frac{2}{3}$.

Obs. II. — L..., quarante et un ans, voiturier, sans accidents syphilitiques, et ayant toujours joui d'une bonne santé, d'une forte constitution, a été exposé pendant longtemps à l'humidité, il y a deux ans et demi. Il a été presque constamment dans des marais, voiturant des terres glaises. Il y a deux ans, il a éprouvé pour la première fois des douleurs très vives et lancinantes dans les jambes, peu après, il se sent moins d'aplomb et marche moins facilement.

Six mois après la vue s'affaiblit et un mois avant le traitement, qui a commencé vers les premiers jours d'octobre 1873, l'affaiblissement de la vue a augmenté avec une rapidité très grande. Il souffre en même temps de douleurs dans la tête, douleurs intermittentes et qui se rapprochent de celles qu'il éprouve dans les jambes. Il ne peut plus se conduire, et sa vue ne distingue plus aucun objet.

En même temps il est pris de spasmes vésicaux, il urine plus de vingt fois par jours et la nuit il a de fréquentes incontinences.

Les yeux fermés, il y a une légère titubation.

A l'ophthalmoscope, on constate une atrophie très considérable des deux nerfs optiques et une diminution du calibre des vaisseaux.

Pour l'œil droit, il voit les doigts à 3 pieds; pour l'œil gauche, il n'a qu'une faible sensation lumineuse.

Après trois semaines de traitement, les spasmes de la vessie et les incontinences d'urine ont complètement disparu. En même temps les maux de tête et les douleurs dans les jambes ont disparu. Cette amélioration s'est absolument maintenue, et depuis cette époque, il n'a plus aucun symptôme anormal du côté de la vessie, et n'a plus souffert de douleurs lancinantes.

La marche est redevenue normale, il se sent d'aplomb.

L'amélioration des yeux s'est faite un peu plus lentement. Au mois de janvier 1874, l'examen de la vision donnait :

Pour l'œil droit, il voyait les doigts à 6 pieds. Pour l'œil gauche, il distinguait les mouvements de la main à 2 pieds.

Depuis cette époque l'état est resté à peu près stationnaire. Le malade continue à être en traitement.

Obs. III. — M. F..., voyageur de commerce, se présente à la consultation pour une diminution considérable de la vision aux deux yeux, à la suite dit-il, de violentes émotions. Il a eu des douleurs dans les jambes et un peu d'incertitude dans la marche.

L'examen de la réfraction donne le résultat suivant :

Od. Em. Doigts à 12' }
Og. Em. Doigts à 15' } (+ 10) N° 22 à 6".

Le champ visuel est fortement rétréci dans toute la périphérie.

A l'ophthalmoscope, on trouve la pupille légèrement excavée ; la couleur est d'un blanc crayeux, les contours fortement accentués. Les vaisseaux de la région interne sont presque imperceptibles ; ceux de la région externe ont leur calibre considérablement diminué.

Le malade suit un traitement dérivatif pendant deux mois, sans amener de changement notable dans l'état de la pupille. Cependant l'examen de la réfraction indique une légère amélioration :

Œil droit }
Œil gauche } Doigts à 18' (+ 10) N° 10 difficilement.

Le champ visuel est rétréci en tous sens.

Le traitement par les courants continus produit bientôt une amélioration assez sensible, et au bout de cinq semaines, on constate que la pupille ne présente plus cette couleur d'un blanc éclatant que l'on avait remarqué au premier examen. Les vaisseaux sont plus volumineux sans cependant présenter un diamètre normal ; l'exiguïté de ces vaisseaux s'observe surtout dans la région interne de la pupille. L'examen de la réfraction donne.

Œil droit }
Œil gauche } Emm. S. = 1/4 (+ 10) N° 6 à 7".

Le champ visuel, assez libre en bas et en dedans, est encore limité en haut et en dehors.

Le traitement est continué encore trois mois et un dernier examen donne le résultats suivants :

La pupille a repris presque partout sa couleur normal ; les vaisseaux sont bien remplis et d'un calibre normal ; à la région interne, ils sont cependant encore filiformes.

Examen de la réfraction :

Œil droit : Emm. S $= \frac{2}{3}$; Presb. $\frac{1}{14}$, n° 3 à 9".

Œil gauche : Emm. S $= \frac{3}{4}$; Presb. $\frac{1}{14}$ n° 1 diff. à 9".

Le champ visuel, libre dans tous les autres sens, semble un peu rétréci en dehors.

Obs. IV. — M. B..., ouvrier bijoutier, sans affection antérieure, a souffert du froid pendant plusieurs nuits. Il a, depuis cette époque, la figure engourdie et une sensation de picotement souvent très intense; la sensibilité est un peu diminuée sur les joues. Il a également éprouvé de temps en temps des douleurs lancinantes dans les jambes ; la vessie n'a jamais été atteinte.

Traité d'abord par une médication générale (iodure de potassium) et des agents dérivatifs, il nous fut adressé pour être électrisé; l'examen de la réfraction donnait les résultats suivants :

Œil droit : Em. $S = \frac{1}{8}$ (+ 10), nº 16 lettres diff.

Œil gauche : Em. $S - \frac{2}{3}$; Pr. $\frac{1}{24}$; nº 2 très difficilement à 9".

Le champ visuel était libre pour les deux yeux.

A l'ophthalmoscope, on constatait les signes de l'atrophie du nerf optique et une diminution très marquée du calibre des vaisseaux.

Après avoir suivi pendant deux mois un traitement par les courants continus (deux séances par semaine) l'examen de la réfraction donne :

Œil droit : Doigt à 15' — (+ 10), nº 17, lettres.

Œil gauche : $S - \frac{7}{8}$; Pr. $- \frac{1}{24}$; nº 1, $\frac{1}{2}$ à 9".

En même temps, l'engourdissement et la sensation douloureuse du côté de la peau de la face, ont diminué et le malade se sent plus d'aplomb.

Pendant les mois suivants, le traitement est suspendu pendant quelque temps puis repris au mois d'août et de septembre, et au mois d'octobre on constatait pour l'œil droit une diminution de la vue, mais une grande amélioration pour l'œil gauche; il lisait facilement le numéro 1 de l'échelle de Jæger, et il pouvait reprendre son travail qui, comme on sait, exige une bonne vue. Cet état s'est maintenu jusqu'à ce jour, et ce n'est que très rarement qu'il ressent des douleurs lancinantes dans les jambes.

Il est à remarquer, dans cette observation, qu'un des yeux a baissé, tandis que l'autre a été considérablement amélioré.

Obs. V. — V..., soixante-six ans, commerçant, n'a pas eu d'affections antérieures. Il y a cinq ans, il a été atteint de diplopie qui a duré très longtemps. En même temps, il a ressenti des douleurs lancinantes dans les jambes, et s'est aperçu qu'il était moins d'aplomb en marchant. Sa marche actuellement est cependant assez bonne et il ne chancelle que lorsqu'il fait quelques pas ayant les yeux fermés.

Pour les deux yeux, il y a une hypermétropie de $\frac{1}{30}$, l'acuité de la vision $= \frac{1}{6}$. Avec le verre biconvexe + 10 il lit le numéro 6 de l'échelle de Jæger à 7 pouces.

Le champ visuel est libre. Au bout de deux mois de traitement il y a une amélioration légère dans l'acuité de la vision; le jeu des muscles est en même temps meilleur, et la diplopie incomplète qui existait précédemment a complètement disparu.

Obs. VI. — A..., quarante-sept ans, ancien soldat; voit double depuis deux ans et demi (paralysie du droit externe de l'œil gauche). Il accuse en même temps de la faiblesse du côté de la vessie, et assez souvent il y a des incontinences d'urine pendant le sommeil. La marche est bonne et les oscillations ne sont que peu apparentes, lorsqu'il se tient les yeux fermés. Il ne ressent des douleurs dans les jambes que depuis six mois. Le malade lit très difficilement le numéro 1 de l'échelle de Jæger. On constate au niveau de la pupille un léger degré d'atrophie, les artères sont filiformes. Au bout de quatre séances, la diplopie a complètement disparu et la vue est devenue normale. Au bout de cinq semaines, époque à laquelle nous l'avons perdu de vue, les symptômes du côté de la vessie s'étaient améliorés, et il n'avait plus d'incontinences nocturnes. En même temps l'acuité visuelle est devenue normale et la circulation du fond de l'œil est plus considérable.

Obs. VII. — M. B..., âgé de trente-quatre ans, sans affection antérieure, a été atteint de cécité en passant l'équateur, dans une traversée qui eut lieu au mois d'avril 1873. Il arriva à Paris au mois de mai et suivit d'abord un traitement révulsif assez énergique. Au mois de juillet l'examen de la vision donnait :

Pour l'œil droit : doigts à 15 pieds, lit le numéro 16 de l'échelle de Jæger avec le verre + 10 à 6 pouces; le champ visuel est rétréci en bas et en dehors.

Pour l'œil gauche , il voit les mouvements de la main à 8 pieds avec le verre 10, lit le numéro 18 de l'échelle de Jæger à 5 pouces; le champ visuel est rétréci en bas et en dedans.

A la fin de septembre, à la suite d'un traitement tonique et révulsif, la vue s'était améliorée assez sensiblement. L'examen de la vision donne les résultats suivants :

L'œil droit est emmétrope, l'acuité de la vision égale $\frac{1}{8}$, avec un verre + 10 il lit le numéro 11 de l'échelle de Jæger à 5 pouces.

Avec l'œil gauche il voit les doigts à 12 pieds et il lit le numéro 15 à 5 pouces avec un verre + 10.

Cet état reste stationnaire, et au mois de janvier 1874 l'examen de la vision donne identiquement les même résultats.

C'est à cette époque que fut institué le traitement par les courants con-

tinus, et au bout de quatorze séances, il y avait déjà eu une amélioration assez sensible, car on trouvait alors, pour l'œil droit, l'acuité de la vision égale $\frac{1}{4}$, et avec un verre + 10 il lisait le numéro 9 de l'échelle de Jæger à 5 pouces, mais un peu difficilement.

Pour l'œil gauche l'acuité de la vision est égale à $\frac{1}{8}$ et il lit actuellement le numéro 15 de l'échelle de Jæger. Au mois de mai, l'examen de la vision donne :

Pour l'œil droit l'acuité de la vision égale $\frac{1}{4}$; avec le numéro 18 il lit le numéro 4 de l'échelle de Jæger.

Pour l'œil gauche, il lit le numéro 8 de l'échelle de Jæger.

Obs. VIII. — Mme H..., lingère, âgée de cinquante-sept ans, offre dans les antécédents plusieurs faits très curieux. Elle a été réglée à *l'âge d'un mois*, et a été à cette époque présentée à plusieurs médecins, entre autres à Paul Dubois, professeur d'accouchements. A l'âge de vingt et un ans, elle a été réglée deux fois par mois et ses règles duraient toujours de cinq à six jours, ce qui fait qu'il n'y avait presque pas d'intervalle entre les différentes époques menstruelles.

Enceinte à l'âge de vingt ans, elle accoucha à terme et l'enfant a toujours été bien portant. Pendant sa grossesse les règles ont persisté jusqu'au septième mois, et en même temps vers la fin de sa grossesse, lorsque les règles eurent cessé, elle eut de fréquents saignements de nez.

Il y a trois ans elle eut une métrorrhagie très abondante; à partir de ce moment les pertes de sang devinrent continues et durèrent pendant quatre mois. Une médication interne, dans laquelle fut employé le perchlorure de fer à haute dose, finit par arrêter ces pertes de sang, et à partir de cette époque, il n'y a plus eu d'écoulements mensuels ni de métrorrhagie.

Quelques semaines après ces pertes de sang et leur suspension, la peau d'ordinaire très colorée devint pâle et prit une teinte jaunâtre qu'elle conserve encore aujourd'hui. En même temps la malade éprouva de fréquents vertiges et des étourdissements; vers le soir, elle est prise de bouffées de chaleur vers la tête qui congestionnent tout d'un coup la figure, puis aussitôt après, la peau redevient toute pâle et exsangue.

En même temps elle s'aperçut que sa vue faiblissait, et comme elle était obligée de travailler le soir à la lumière, cet affaiblissement fit de rapides progrès.

Au mois de novembre 1872, avant le traitement par les courants continus, l'examen de la vision donnait les résultats suivants :

Dans l'œil droit, l'acuité de la sion $= \frac{1}{4}$, et la malade lit difficilement le numéro 7 de l'échelle de Jæger à 8 pouces.

Pour l'œil gauche, l'acuité de la vision $= \frac{2}{3}$, et elle lit difficilement le numéro 1 à 8 pouces.

A l'ophthalmoscope, on voit les vaisseaux rétrécis et la pupille a pris une coloration grise.

L'amélioration de la vue et de l'état général survint assez rapidement par l'emploi des courants continus; les vertiges, les étourdissements, et tous les phénomènes qui avaient lieu auparavant et qui dépendaient des troubles vaso-moteurs, disparurent peu à peu; seuls les saignements de nez persistèrent, mais ils devinrent également moins fréquents.

La malade, depuis plusieurs mois, a repris son travail; elle peut coudre et faire tous les ouvrages délicats.

Aujourd'hui, à l'ophthalmoscope, la circulation du fond de l'œil est normale, les vaisseaux ont repris leur calibre ordinaire, et l'examen de la vision donne les indications suivantes :

Pour l'œil droit, l'acuité de la vision $= \frac{1}{2}$, la malade lit le numéro 4 à 9 pouces; le champ visuel est libre.

Pour l'œil gauche, l'acuité de la vision $= \frac{3}{4}$, et la malade lit le numéro 2 à 9 pouces; le champ visuel est libre.

Cette dernière observation, très curieuse sous plusieurs rapports, est celle où nous avons obtenu les meilleurs résultats et cela tient sans doute à ce que, chez cette malade, les modifications de la circulation ont été le point de départ de son affection. Nous avons dit à plusieurs reprises, que l'on pouvait toujours espérer beaucoup du traitement électrique, du moment qu'il s'agissait d'agir sur les troubles de la circulation, et il n'y a peut-être pas d'exemple d'une personne ayant été, toute sa vie, vouée à ce point aux influences du système sanguin. Le fait d'être réglée à *un mois!* nous a paru tellement extraordinaire, que nous avons pris des renseignements en dehors de la malade, et que nous avons dû reconnaître que son affirmation était exacte.

Aussi les troubles de circulation et de nutrition sont évidemment la cause réelle de l'atrophie du nerf optique et rien n'autorise dans ce cas à admettre une affection spinale existant dans le moment même, ou pouvant venir plus tard. Nous ne trouvons pas, en effet, dans cette observation, les symptômes qui, avec l'atrophie du nerf

optique, précèdent l'ataxie proprement dite; d'ailleurs les autres phénomènes vaso-moteurs qui ont eu lieu chez cette malade permettent de considérer cette affection comme indépendante des lésions cérébro-spinales.

Nous ferons observer qu'au point de vue du pronostic, on peut, aussi bien pour les affections du nerf optique que pour celles des centres nerveux en général, faire deux grandes divisions.

Dans l'une, rentrent les maladies à forme insidieuse, lente, souvent de cause héréditaire, et qui débutent par une altération de l'élément propre, sans qu'on puisse trouver de troubles réels de circulation et de nutrition. Ces affections sont presque toujours plus ou moins rebelles aux traitements : on peut quelquefois les enrayer pendant un temps plus ou moins long; mais toujours elles reprennent leur marche fatale.

Dans la seconde division, se placent les affections de cause rhumatismale ou accidentelle, toutes celles, en un mot, où l'élément nerveux a été altéré consécutivement et non primitivement.

Dans ces cas, soit directement, soit indirectement, il y a eu des troubles de la circulation qui ont modifié la nutrition des éléments, et quelque graves que soient ces lésions, on peut presque toujours espérer les modifier et les guérir.

Paralysie des nerfs musculaires de l'œil. — Ces paralysies peuvent, comme celles du nerf optique, être idiopathiques ou symptomatiques.

Lorsqu'elles sont symptomatiques de lésions cérébrales, elles se présentent souvent isolées (par exemple le mydriasis). La paralysie de la troisième paire par cause cérébrale est souvent accompagnée de myosis au lieu de mydriasis. Les paralysies idiopathiques sont périphériques et

causées la plupart du temps par une affection rhumatismale. Le pronostic est bon lorsque ces affections sont récentes, il est la plupart du temps défavorable si la paralysie est ancienne et n'a encore éprouvé aucune amélioration par d'autres traitements.

Obs. I. — Mme Marie D..., âgée de soixante-deux ans, est atteinte d'un strabisme convergent de deux lignes, suite d'une parésie de la sixième paire à droite. L'affection a commencé il y a un mois.

En examinant la réfraction, on trouve à l'œil droit un astigmatisme myopique de $\frac{1}{30}$ axe vertical; l'acuité de la vision de cet œil égale $\frac{7}{8}$; une presbytie de $\frac{1}{15}$. La malade lit avec un verre biconvexe 15, combiné avec un verre cylindrique convexe horizontal 36, le numéro 1 de l'échelle de Jæger à 8 pouces.

A l'œil gauche on trouve un astigmatisme myopique de $\frac{1}{30}$; axe vertical incliné de 20 degrés en dedans. L'acuité de la vision de cet œil égale $\frac{7}{8}$; la presbytie est de $\frac{1}{15}$. La malade lit avec un verre biconvexe 15, combiné avec un verre cylindrique convexe 30, axe horizontal, le numéro 1 de l'échelle de Jæger à 8 pouces.

Elle nous est adressée vers le milieu d'avril, et nous faisons trois séances d'électrisation par semaine, en plaçant les rhéophores sur les vertèbres cervicales et sur le sympathique.

Au commencement du mois de mai, la diplopie a beaucoup diminué, de la largeur de la main à la largeur d'un doigt. A la fin du mois la guérison est complète.

Obs. II. — M. R..., âgé de cinquante et un ans, aiguilleur sur la gne du Midi, est atteint d'une paralysie du droit externe de l'œil gauche et du droit supérieur du même œil.

A une distance de 20 pieds, les deux images étaient latéralement distantes dè 3 centimètres; en hauteur, de 80 centimètres.

Avant l'apparition de la diplopie, le malade avait souffert de fortes douleurs de tête, que nous soupçonnons avoir été rhumatismales.

On prescrit provisoirement de l'iodure de potassium à l'intérieur et des frictions mercurielles et belladonnées sur le front et les tempes.

De plus, on fait un choix de verres destinés à amoindrir, autant que faire se peut, la diplopie pour les objets rapprochés.

Après quinze séances d'électrisation par les courants continus, l'écartement des images, vaincu seulement par un prisme numéro 14, est neutralisé par un prisme numéro 4.

La diplopie latérale persiste plus longtemps.

Dès ce jour, le malade ne fut plus incommodé par la gêne horrible qu'occasionne cette infirmité, surtout pour des yeux voués à un métier qui demande une grande fixité et une grande précision dans le regard.

Le traitement local consiste dans l'électrisation de certaines branches du trijumeau ; mais ici encore, pour les raisons que nous avons exposées plus haut, nous préférons presque toujours n'électriser que le sympathique. Dans presque tous les cas, et spécialement dans les deux observations ci-dessus, nous n'avons électrisé que le sympathique au cou et le centre cilio-spinal, et l'affection, quoique locale, a été guérie et même assez rapidement.

Affection parétique du sympathique.

La plupart des affections du sympathique ont été étudiées en même temps que les autres affections qui les accompagnent ; c'est ainsi que l'étude des paralysies des nerfs sympathiques a été faite en même temps que celle des troubles vasculaires. Les affections spinales produisent également des altérations consécutives des ganglions sympathiques, mais dans ces cas les phénomènes se confondent la plupart du temps avec ceux de l'affection primitive.

Nous n'aurions donc pas à faire un paragraphe spécial pour les affections du sympathique, si nous n'avions eu l'occasion d'observer une maladie toute spéciale et dont les symptômes ne peuvent être dus évidemment qu'à une sorte de névrose du ganglion cervical supérieur.

L'observation que nous allons relater est intéressante à plus d'un titre ; malheureusement nous n'avons pu suivre le malade, car au bout de fort peu de temps de traitement, il fut obligé de partir pour l'armée.

Blanpain, âgé de vingt ans, employé de commerce, sans maladies antérieures. A l'âge de six ans, il a eu une brûlure assez étendue du bras gauche sans aucune complication ; à l'âge de quinze ans, il a ressenti des migraines qui revenaient presque tous les trois jours et qui restaient limitées au côté gauche de la tête. Quelques mois plus tard, il lui semble que la paupière de l'œil gauche faiblit et se soulève un peu moins facilement.

Un an plus tard, il éprouve, la nuit, des crampes dans la jambe gauche ; ces crampes ne durent que pendant un temps court et ne surviennent que très rarement, à peine une fois par mois.

Vers la même époque, il remarque que pendant les températures ambiantes, moyennes ou chaudes, la peau qui recouvre le poignet gauche est constamment en transpiration. Par les temps froids, il éprouve, au contraire, des douleurs sourdes dans le bras gauche, et la transpiration cesse. Il compare ces douleurs à des douleurs rhumatismales ; il les ressent surtout dans les articulations de la main.

Depuis un an, la joue gauche est toujours plus rouge que la joue droite, et le malade accuse, de ce côté de la face, une sensation de chaleur bien plus prononcée. De plus, surtout vers le soir, il survient par places des sueurs abondantes. Ces sueurs apparaissent dans les régions qui avoisinent l'œil gauche. La vue du côté gauche est par moment un peu trouble, et ce symptôme apparaît surtout le soir. La pupille de l'œil gauche est contractée et très petite. Ce sont ces derniers phénomènes qui déterminèrent le malade à consulter le Dr Liebreich qui, après lui avoir fait suivre, pendant quelque temps, un traitement interne à l'iodure de potassium, nous l'adressa pour essayer l'emploi de l'électricité. M. Liebreich avait, en même temps, constaté un ptosis léger, ou myosis variable ; il avait trouvé le nerf optique parfaitement sain, l'accommodation et la vue normales.

Lorsque nous vîmes le malade pour la première fois, il avait la face du côté gauche plus rouge et plus chaude au toucher que du côté droit. La pupille était fortement contractée, et la paupière baissée à moitié sur le globe de l'œil. Les sueurs apparaissaient tous les matins et tous les soirs ; elles persistaient pendant près d'une demi-heure. Elles étaient plus abondantes le matin, et c'est également à ce moment que la pupille était plus contractée. Il ressent en même temps des douleurs dans les articulations de la main, qui sont toujours plus fortes vers le soir.

Les migraines ont disparu depuis six mois.

Au thermomètre, la température paraît un peu plus élevée de $0^{\circ},3$ à $0^{\circ},6$ du côté gauche.

Le malade ne se plaint d'aucun malaise, et sa santé générale est très bonne.

Nous commençâmes le traitement par l'électrisation très modérée du ganglion cervical supérieur du côté gauche. Au bout de cinq séances, la paupière supérieure se relevait mieux, et la différence sous ce rapport entre les deux yeux n'était plus appréciable.

Les douleurs des articulations de la main avaient disparu.

Au bout de quatre nouvelles séances, le malade crut remarquer que les sueurs étaient un peu moins abondantes.

La pupille était toujours contractée, et sous ce rapport il ne s'était encore produit aucun changement.

C'est à cette époque que le malade fut obligé de partir pour l'armée et que nous le perdîmes de vue.

La succession des phénomènes nous paraît très curieuse dans cette observation, et elle semble démontrer que la migraine est bien une névrose du ganglion cervical supérieur, qui à la longue peut amener une sorte de parésie.

Cette affection avait déjà été signalée, pour la première fois, par le Dr Horner (*Zehender's klinische Monatschr.*, juillet 1869).

Dans le *Bulletin de la Société médicale de la Suisse romande* (Lausanne, 1870), nous trouvons des faits analogues communiqués par le Dr Dufour. Les cas observés sont au nombre de cinq, comprenant tous des personnes du sexe féminin.

1° Mme A..., quarante-six ans, ptose incomplète à droite depuis plusieurs mois. Pupille plus étroite à droite où elle ne parvient pas à se dilater dans l'obscurité. La malade transpirait autrefois sur la moitié gauche du visage, maintenant elle ne transpire presque plus du tout. En revanche, quand la malade s'anime, la moitié droite du visage rougit beaucoup plus que la moitié gauche. Différence de température non appréciable à la main entre le côté droit et le côté gauche. Des mesures thermométriques ne purent êtres faites.

2° Mlle B..., vingt et un ans, a remarqué l'affection il y a sept ou huit ans. Ptose incomplète, pupille contractée, rougeurs de la joue et transpiration du côté droit. Transpiration plus accusée même à l'aisselle droite, ce qui avait frappé la malade depuis longtemps lorsqu'elle examinait son linge.

Des mesures thermométriques accusent une différence de 0°,6 à 0°,9 en faveur du côté droit. Aux aisselles pas de différence.

3° Mme C..., trente-deux ans, a remarqué la ptose depuis deux ans *à droite*. Pupille contractée de ce côté; en revanche, augmentation marquée de la rougeur et de la température au toucher *pour la joue gauche* On ne remarque rien, quant à la respiration, à la sécrétion de la salive,

aux battements du cœur ni à aucune autre fonction régie par le sympathique.

4° Mme D..., quarante-trois ans, a les symptômes ordinaires à l'œil droit. Différence de rougeur en faveur de la joue droite, différence de température de 0°,2 à 0°,5 en faveur de la joue droite.

5° Mlle E..., vingt-quatre ans, se plaint catégoriquement d'avoir trop chaud du côté gauche de la figure. Il existe un certain degré de ptose et en même temps un léger degré d'exophtalmie à gauche, ce qui fait que la paupière de ce côté ne peut jamais être complètement levée grâce à la paralysie incomplète et qu'elle se ferme plus péniblement que de l'autre côté. Différence de température appréciée à la main, mais non au thermomètre.

Dans tous ces cas observés, M. Dufour a de plus constaté que l'accommodation était normale, c'est-à-dire en rapport avec l'âge de la malade. Nulle part cette affection n'a paru, comme telle, agir défavorablement sur l'acuité de la vision. A l'ophthalmoscope, il n'y a que le cinquième cas qui ait présenté une différence notable dans le calibre des veines de la rétine, différence en ce sens que les veines du côté gauche sont remarquablement dilatées, à peu près le double de leurs dimensions du côté sain, d'ailleurs régulières et sans autres anomalies. Nulle part il n'a été possible de trouver une cause locale quelconque agissant sur le sympathique cervical, ni de trouver une anomalie dans le reste du corps qu'il soit possible de rapporter à un genre semblable d'affection.

Ce qui ressort du résumé de tous ces faits, c'est que l'électrisation du ganglion cervical supérieur a une influence sérieuse sur la circulation intra-oculaire, et nous comprenons ainsi les avantages que l'on peut tirer de ce mode de traitement. Cette influence est tellement importante, que nous croyons devoir insister encore sur les faits que nous avons observés plusieurs fois, et que nous pouvons ranger, tellement nous les avons vus nets et précis, dans ce que nous appellerions volontiers, les axiomes électrothérapiques.

Nous avons vu, à l'ophthalmoscope, la circulation devenir plus active sous l'influence de l'électrisation du ganglion sympathique du cou. Au moment où l'on applique les rhéophores sur le cou au voisinage des ganglions craniens, on voit se produire sur les vaisseaux de la pupille un léger mouvement de contraction, puis peu à peu on voit la circulation devenir plus considérable qu'à l'état normal, et cette augmentation est due à une plus grande fréquence, et mieux à une plus grande étendue des mouvements de dilatation et de resserrement des vaisseaux. En examinant bien attentivement le contour des vaisseaux, surtout chez certaines personnes, on distingue nettement ces contractions péristaltiques, et l'on voit les vaisseaux, selon le moment d'observation, être resserrés ou bien dilatés. C'est sans doute ce phénomène qui a fait croire à des médecins américains, et principalement à Beard, que l'application des courants électriques produisait le resserrement des vaisseaux lorsque ceux-ci étaient préalablement dilatés, et réciproquement leur dilatation, lorsque avant l'électrisation ils paraissaient contractés.

Si l'on examine un œil normal à l'éclairage latéral, on voit aussitôt sous l'influence de la lumière la pupille se contracter. Si l'on maintient cet éclairage latéral, la pupille ne reste pas toujours dans le même état de contraction, mais on voit se produire de petits mouvements presque imperceptibles de contraction et de dilatation. Ce sont ces mouvements qui sont rendus plus manifestes, lorsqu'on fait passer un courant continu sur les ganglions cervicaux supérieurs.

La pupille n'est donc jamais absolument immobile, et il y a comme une lutte entre les mouvements de dilatation et de resserrement; ce fait est encore bien démontré par le phénomène suivant que nous avons observé plusieurs fois

et qui démontre bien que, lorsqu'un des mouvements ne peut s'effectuer, c'est l'antagoniste qui alors s'exécute plus énergiquement. Si l'on examine à l'éclairage latéral un œil atteint de mydriase, on voit la pupille rester pendant une seconde environ sans subir aucun changement; elle est sollicitée pendant ce temps à se contracter, mais elle n'y peut parvenir et bientôt le mouvement antagoniste l'emporte et elle commence à se dilater assez notablement, et alors on observe une série de petits mouvements de contraction et de dilatation, mais jamais la contraction n'arrive au point où était le pupille avant d'être sous l'impression de la lumière. Si dans ces cas de mydriase on électrise comme précédemment le grand sympathique, le mouvement de dilatation déterminé par l'influence de la lumière est rendu beaucoup moins sensible, parfois même imperceptible.

CHAPITRE V

INFLUENCE DE L'ÉLECTRICITÉ SUR LE SYSTÈME MUSCULAIRE

DES MUSCLES STRIÉS

RECHERCHES PHYSIOLOGIQUES

Les deux espèces de fibres musculaires, fibres striées et fibres lisses, se comportent différemment sous l'influence de l'électricité ; nous croyons donc nécessaire de séparer leur étude, et comme l'action de l'électricité sur les fibres striées est plus connue, nous commencerons par rechercher les phénomènes que présentent ces fibres sous l'influence des divers courants électriques.

Action des courants continus sur les muscles striés.

Les courants continus, appliqués directement sur les muscles, déterminent des contractions au moment de la fermeture et de l'ouverture du courant.

La contraction produite par la fermeture est toujours plus forte, quelle que soit la direction des courants, que la contraction qui a lieu à l'ouverture.

Pour bien s'assurer que le courant n'agit que sur la fibre musculaire et non sur les *troncs* nerveux, il est nécessaire d'empoisonner l'animal par le curare (Claude Bernard) ou mieux de faire la section du nerf plusieurs jours auparavant (Longet). Dans ces deux cas, on constate facilement que la direction du courant n'a pas d'influence sur la contraction musculaire. Cependant, en enfermant dans un circuit de courant continu plusieurs muscles, on remarque le plus souvent que les fibres musculaires qui se trouvent près du pôle négatif se contractent plus énergiquement que celles qui se trouvent près du pôle positif. Ce fait est sans doute dû à ce que tous les filets des nerfs moteurs ne sont pas complètement détruits, et à l'action électrolytique plus énergique du pôle négatif.

Des contractions galvano-toniques.

La question galvano-tonique est très compliquée si l'on veut la suivre dans toutes ses conséquences. Elle se confond en partie avec la question encore très débattue du *ton musculaire*, ou *tonus*. On sait que beaucoup de physiologistes ont admis que les muscles éprouvaient constamment une certaine influence continue et involontaire des organes centraux. Nous ne pouvons nous étendre sur ce sujet ; mais quoique, au point de vue physiologique, cette influence des centres nerveux sur les fibres musculaires ne soit pas absolument démontrée, nous avons constaté, et par la vue et par des graphiques, pour des muscles sains et dans des cas pathologiques, que le muscle demeurait plus raccourci pendant le passage d'un courant continu.

Remak, qui a beaucoup étudié les contractions galvano-

toniques, rapporte comme il suit ses premières expériences.

« Je fis d'abord usage d'un courant constant provenant de quarante éléments Daniell; mais comme il était trop douloureux, je descendis à trente éléments, et moins encore « Les rhéophores de cuivre dont je me servis étaient égaux, et terminés par deux boutons demi-sphériques d'un diamètre intérieur d'un demi-pouce, recouverts d'une éponge humide et d'un linge. Je me fis appliquer l'un d'eux sous l'articulation du poignet, de manière que le nerf médian passât sur le bouton, et que la main se trouvât pendante de l'autre côté du rhéophore. Au moyen de la main droite, je fermai rapidement la chaîne en appliquant l'autre rhéophore sur un point plus élevé du nerf médian, soit dans l'articulation du coude, soit au bord interne du biceps brachial.

» Que le courant fût descendant ou ascendant, je sentis dès l'application du rhéophore supérieur une sensation de picotement suivant la ramification du nerf médian, jusque dans le bout des doigts; en même temps ma main, par un mouvement involontaire et croissant, mouvement produit par les extenseurs de la main et des doigts et compliqué encore par leur extension forcée, commença peu à peu à s'élever jusqu'à former un angle de 45 degrés. Aussi longtemps que le courant parcourait le nerf médian, la main resta dans cette position primitive. Je pouvais pourtant, sans grand'peine, pendant que le courant parcourait ainsi le nerf médian, vaincre cet état d'extension involontaire de la main, parce que les muscles, néanmoins animés par le nerf médian, obéissaient encore à ma volonté. Mais cet état se reproduisait dès que je faisais cesser l'influence de ma volonté. Des phénomènes analogues se reproduisaient

en faisant passer un courant constant par le tronc du nerf radial. Un des rhéophores était appliqué entre les muscles biceps et triceps, au point où le nerf radial devient très superficiel, l'autre rhéophore sur la face dorsale de l'avant-bras sur le trajet du nerf interosseux. Au moment de la fermeture de la chaîne, j'observais des contractions continues ou toniques de tous les muscles qui, dans l'avant-bras et la main, sont animés par les nerfs médian et cubital. C'est-à-dire qu'il se produisait des phénomènes de flexion de la main et des doigts avec une adduction dans la paume de la main. On pouvait de même rendre visibles de semblables oppositions entre le nerf médian et le nerf cubital, et dès qu'on introduisait dans le circuit du courant les autres troncs nerveux, on pouvait observer des effets analogues opposés sur le trajet de chaque tronc nerveux. Il est vrai de dire que le même jour j'observai encore des phénomènes différents sur d'autres personnes. Ainsi le courant constant traversant un tronc nerveux ne produisait pas un mouvement antagoniste, mais bien une contraction tonique de tout le domaine du nerf *traversé par le courant.*

» Jusqu'à cette époque on savait que le courant constant, à son entrée ou à sa sortie, provoquait une seule contraction passagère, mais que dans l'intervalle les muscles restaient en repos. On connaissait aussi les contractions dites *tétaniques* des muscles qui se produisent lors de l'action de courants induits sur ces organes. On n'ignorait pas que ces contractions, qui ne sont qu'apparemment uniformes, ne sont produites que par une succession très rapide de contractions provoquées par de très nombreux chocs d'induction. Mais ce que, moi, j'avais observé, c'était une *contraction tonique continue* produite par un courant constant continu (non interrompu), contraction sur laquelle ni l'œil

ni la sensation ne pouvaient découvrir une oscillation, et qui par cela même présentait la plus grande analogie avec une contraction volontaire.

» Je me crus donc autorisé à introduire plus tard, sous le nom de *contraction* ou *raccourcissement galvano-tonique*, cette nouvelle forme de la contraction qui n'avait pas encore été observée sur l'homme, pour la distinguer de la contraction clonique ou tétanique, produite par des chocs d'induction, ou bien par des courants constants souvent interrompus. On voit donc ainsi que je n'ai pas choisi cette dénomination pour exprimer un rapport avec le *tonus central* qui n'est pas encore parfaitement établi aujourd'hui, mais bien pour rendre la nature du phénomène par un mot plus facilement compréhensible. »

Voici quelques-unes des propositions données par Remak.

1° Il faut, pour produire en général des contractions toniques dans un membre, faire passer par un tronc nerveux un courant très fort et douloureux.

2° Si un courant passant par un nerf produisait une contraction tonique, cette contraction avait toujours lieu, que le courant renfermât une plus grande ou plus petite portion du tronc nerveux.

Il suffisait, par exemple, pour le nerf médian, de n'enfermer dans le circuit que la portion du nerf qui est située au bord du bout inférieur du muscle biceps. Cependant la facilité de l'excitation augmente avec la longueur de la portion nerveuse enfermée dans le circuit.

3° Un courant peut provoquer une douleur intolérable, sans donner lieu à une contraction tonique, tandis que chez un autre sujet, ou quelquefois chez le même, mais dans un autre temps, le même courant provoquera une

contraction tonique violente et une douleur à peine sensible.

4° La contraction tonique, après l'introduction du courant dans le nerf, se produit dans des cas où le même courant, appliqué d'une manière analogue sur un muscle du même membre, ne produirait pas de contraction de fermeture.

5° La formation de contraction tonique cependant est ordinairement favorisée par les même circonstances qui facilitent la contraction de fermeture, c'est-à-dire une application subite et prompte des rhéophores sur les nerfs.

Il est des cas aussi où la contraction tonique dans le domaine du nerf ne commence que lorsqu'on éloigne lentement le rhéophore du tronc nerveux sur lequel on l'avait fortement appliqué pendant environ une minute, et cette contraction se prolonge aussi longtemps que le rhéophore repose sur le nerf en touchant légèrement la peau.

6° Vingt à trente éléments Daniell suffisent ordinairement pour rendre visibles sur le bras d'un homme les contractions toniques. Il est des hommes sains, chez lesquels il faut employer jusqu'à quarante et même cinquante éléments pour provoquer ce phénomène. Si la contraction tonique n'a pas lieu lors de la première application des rhéophores, il n'est pas rare de la voir se produire à la seconde; le courant constant ayant parcouru le tronc nerveux pendant une minute et plus, c'est-à-dire dans le cas où le courant produit plus facilement dans le muscle des contractions d'entrée.

7° La plupart des hommes jeunes et fortement musclés ne présentent, toutes choses égales d'ailleurs, que des contractions toniques dans le domaine du tronc nerveux parcouru par le courant. On voit cependant quelquefois sur le même homme, mais à des jours différents, ce phénomène

varier, et la contraction avoir lieu dans le domaine du nerf antagoniste.

8° La volonté a de l'influence, en tant qu'elle peut empêcher la production de la contraction antagoniste.

Les expériences les plus intéressantes sont celles qu'on pratique sur les peauciers de la face. Ces muscles sont minces et peuvent facilement se détacher; ils se rendent, comme on le sait, aux lèvres, qui sont garnies de gros poils; ces poils, quelquefois, lorsque les contractions cloniques frappent ces mêmes muscles, se trouvent dans un mouvement oscillatoire continu. Dans ces cas, quand on fait passer par ces muscles un courant de dix éléments et plus, on voit le mouvement des poils s'arrêter, la lèvre être tirée de côté et persister dans cette position tant que le courant agit.

A-t-on mis à nu les muscles de la face, et y fait-on passer alors un courant de cinq éléments et plus, on provoque de très fortes contractions toniques, qui cessent dès qu'on interrompt la chaîne. Ces contractions durent avec une force égale, alors même que le tronc du nerf a été sectionné.

Nous ne contestons nullement les faits avancés par Remak, seulement, ici comme dans les expériences faites sur le système nerveux, il est très important de tenir compte de toutes les conditions du phénomène, et sous ce rapport, il est nécessaire d'analyser chacun des faits séparément.

Remarquons tout d'abord que certaines expériences rapportées par Remak ne démontrent nullement la production de contractions galvano-toniques pendant le passage de courants constants et continus. Ainsi, lorsqu'on promène les électrodes sur la surface de la peau, on obtient, et cela est très manifeste chez l'homme et chez les animaux, des contractions permanentes. Mais, dans ce cas, on change à

chaque instant l'intensité du courant, et l'on vient en même temps exciter de nouvelles fibres nerveuses; ce n'est donc plus un courant constant et continu que l'on emploie, mais bien un courant très rapidement interrompu, et par conséquent, ce qui serait étonnant dans ce cas, c'est de ne pas obtenir de contractions permanentes.

Souvent même, on croit maintenir l'électrode immobile tandis qu'il éprouve de légères oscillations qui déterminent une série de contractions. Ainsi, en plaçant un fil métallique sur un muscle, et en faisant passer par ce fil un courant continu, chaque fois que le muscle se contracte, le fil métallique est soulevé, et la force de projection lui fait quitter momentanément le contact direct avec le muscle; après avoir été ainsi projeté, le fil métallique retombe par son propre poids et rétablit le circuit du courant; il détermine par conséquent une nouvelle contraction, qui le soulève de nouveau et l'éloigne pendant un instant du muscle; puis il retombe, et revenant en contact avec le muscle, il provoque de nouvelles contractions, et ainsi de suite.

Cette remarque est importante, car ce fait se produit souvent dans les expériences physiologiques, et chez l'homme on l'observe également, l'orsque l'on n'a pas soin de bien maintenir à la même place, et d'une manière très régulière, les électrodes.

Nous sommes donc en droit d'éliminer les cas dans lesquels on produit des contractions successives, dues à des interruptions du courant constant.

Il nous reste à examiner si réellement, avec un courant constant et continu, on obtient une contraction permanente de la fibre musculaire. Sous ce rapport, il nous faut distinguer plusieurs cas, et bien définir en quoi peut consister la contraction galvano-tonique.

Nous posons comme première loi, pouvant être facilement vérifiée expérimentalement, que jamais les courants continus sur des muscles sains ne produisent une contraction permanente aussi marquée que celle que l'on obtient avec d'autres excitants, et surtout avec des courants d'induction.

Toujours, chez l'homme, la contraction galvano-tonique, obtenue avec les courants continus, peut être effacée par la volonté, tandis que celle-ci ne peut empêcher la contraction permanente des muscles sous l'action des courants induits.

Sur les animaux, il est difficile de bien faire ces distinctions, mais, chez l'homme, elles sont des plus faciles, et nous avons eu l'occasion de les constater plusieurs fois, car chez l'homme seul on peut faire intervenir à son gré l'influence de la volonté. Mais, comme le démontrent les tracés

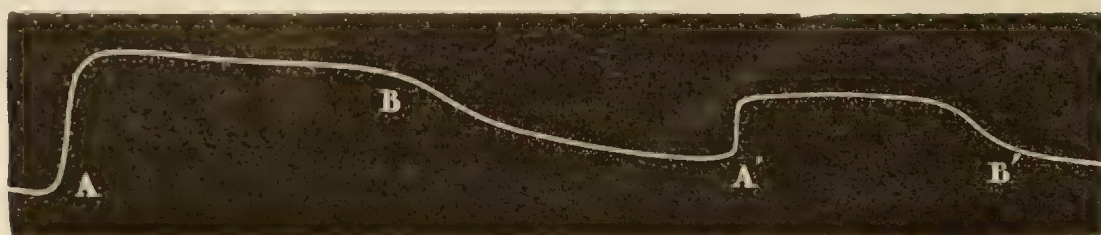


Fig. 150.

ci-joints, cette contraction galvano-tonique n'en existe pas moins chez tous les animaux, même lorsqu'un membre est complètement séparé des centres nerveux.

Le graphique que l'on obtient en électrisant un muscle ou le nerf moteur avec un courant momentané, est représenté par une élévation très brusque de la ligne, au moment de la fermeture du courant, puis la ligne retombe à son niveau primitif. Mais en prolongeant le courant, on obtient les tracés des figures 150, 151 et 152.

On électrise en A et en A′, et on cesse en B et en B′;

l'élévation de la ligne que l'on obtient à chaque fermeture du courant se maintient (fig. 150) au même niveau, et ne s'abaisse qu'au moment où l'on cesse le courant. Mais ce

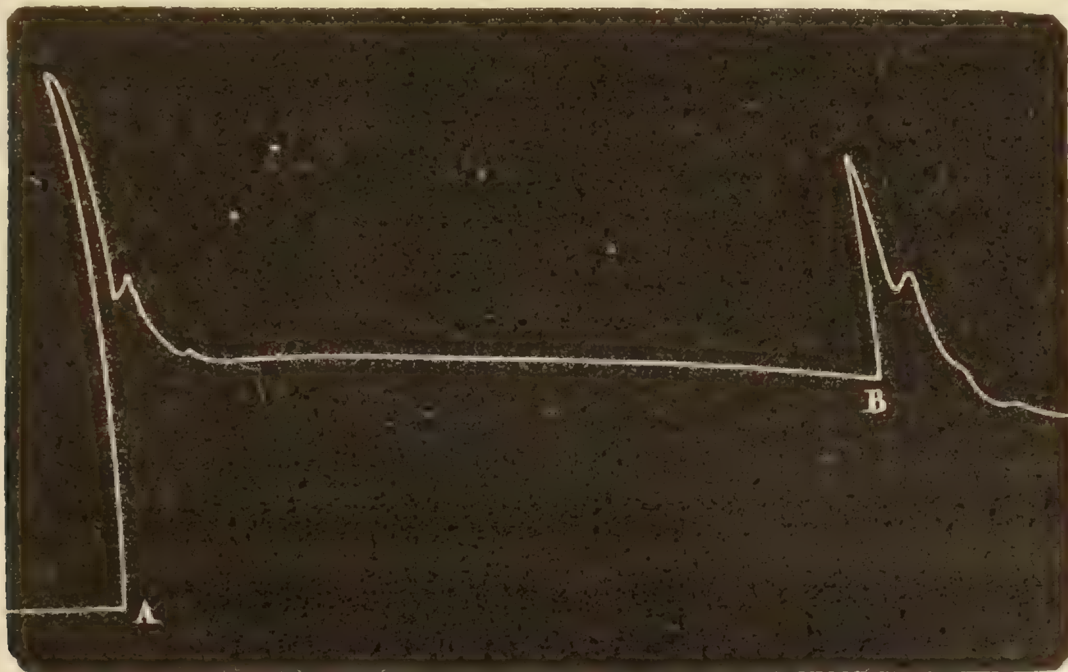


Fig. 151.

cas est très rare, et l'on observe presque constamment les tracés 151 et 152.

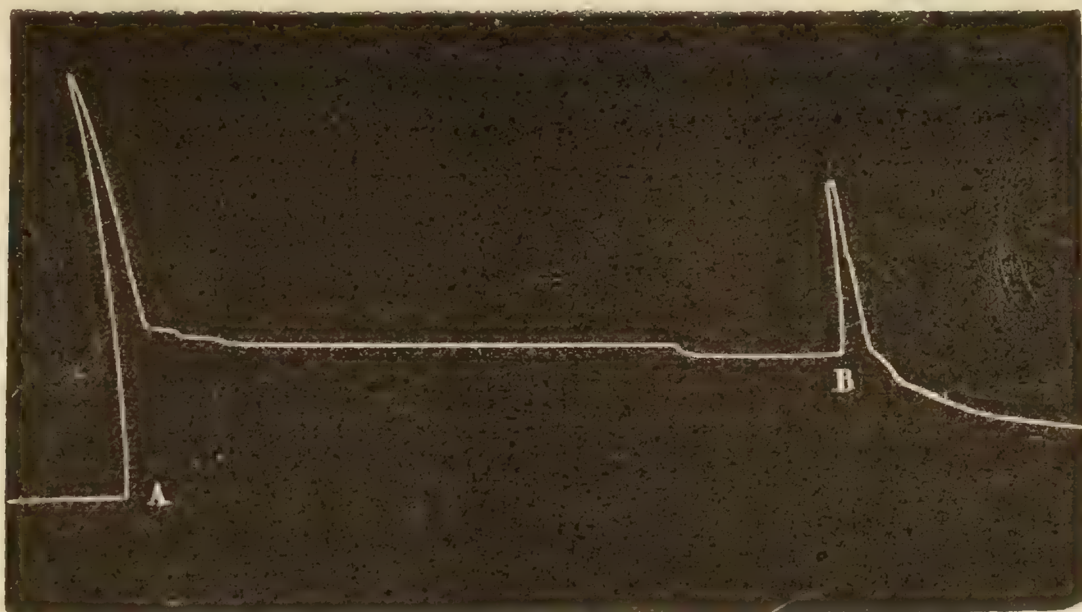


Fig. 152[1].

Dans ces deux tracés, après l'élévation de la ligne au point A, au moment de la fermeture du courant, la ligne

1. Il y a dans la forme de ces tracés des imperfections qui tiennent à la position vicieuse du levier; aussi ne donnons-nous pas ces tracés comme types de contraction musculaire ni comme exacts dans tous leurs détails. Leur ensemble seul

baisse beaucoup, mais ne retombe pas au niveau primitif.

Au point B, au moment où l'on cesse l'électrisation, la ligne retombe et revient peu à peu jusqu'à son niveau primitif.

Lorsqu'on maintient le passage du courant pendant plus longtemps, la ligne qui réunit la contraction de fermeture et celle d'ouverture, ne reste pas droite, elle tend constamment à baisser et à atteindre le niveau primitif. Quelquefois cette ligne, au lieu d'être régulière, est formée par une série de petites élévations (fig. 153). Ce cas s'obtient surtout

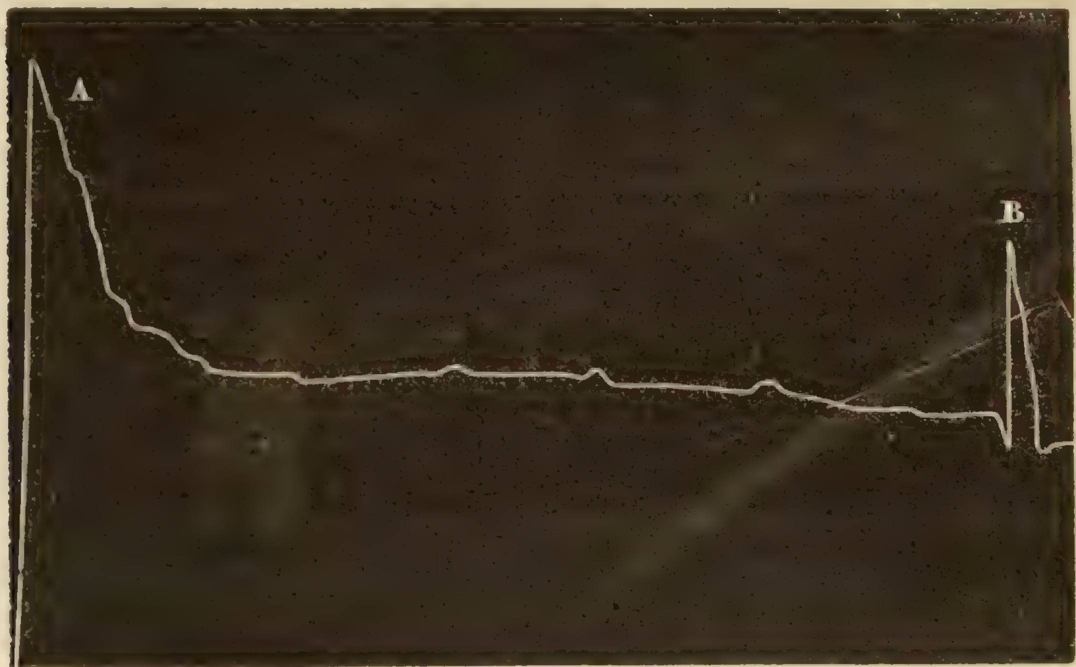


Fig. 153.

avec un courant assez fort et des muscles très excitables; ces petites élévations indiquent les contractions fibrillaires, que l'on observe souvent dans les premiers moments du passage des courants continus.

Tous ces tracés montrent, en même temps, que la contraction d'ouverture est toujours plus faible que celle de fermeture.

La contraction galvano-tonique est donc un fait réel.

mérite d'être étudié, et ce n'est qu'à ce point de vue général que nous avons conservé ces tracés, renvoyant pour les détails, aux ouvrages spéciaux, tels que ceux de Marey.

Mais là ne se borne pas l'étude des contractions galvano-toniques. Remak prétend que la direction des courants n'a aucune influence sur ce phénomène, et c'est contre cette proposition que nous croyons devoir réagir. Dans tous les cas, excepté une seule expérience, Remak ne tient nul compte de la direction des courants, il n'en fait nulle mention, et parle indistinctement des courants ascendants et des courants descendants. D'après nos expériences et nos observations cliniques, la direction des courants est, au

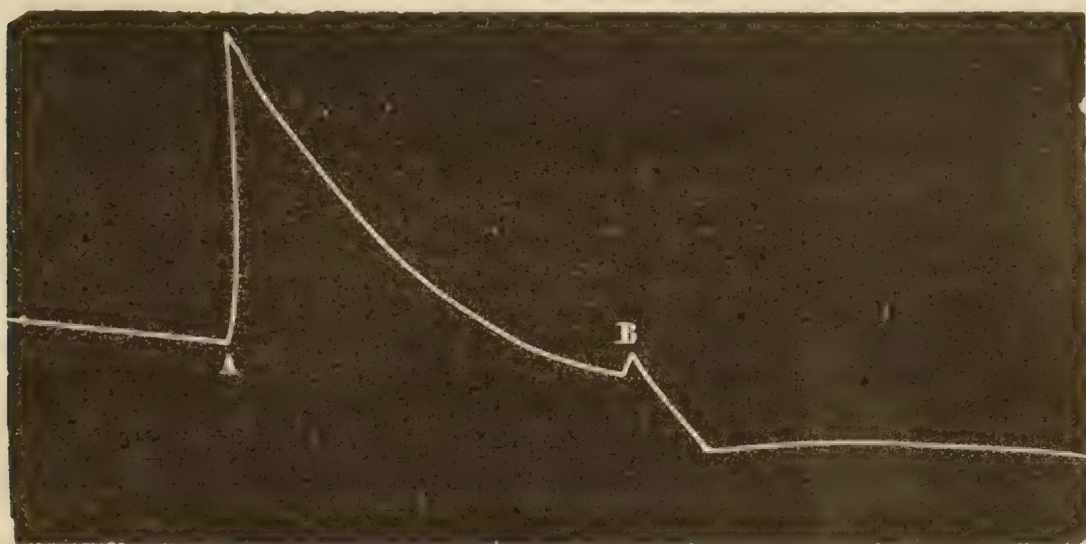


Fig. 154.

contraire, de la plus grande importance pour la production des contractions galvano-toniques.

L'influence de la direction du courant électrique est démontrée par les tracés 154 et 156.

Les deux tracés 154 et 156 représentent une contraction du diaphragme. L'animal (un lapin) venant d'expirer, on ouvre rapidement le thorax, et on cherche le nerf phrénique. Une ampoule en caoutchouc a été préalablement placée sous le diaphragme et transmet sa pression à un appareil enregistreur.

En électrisant ainsi le nerf phrénique avec un courant continu descendant dans sa portion thoracique, on obtient

les deux tracés 154 et 155. En électrisant au contraire ce nerf avec un courant ascendant, nous avons obtenu le tracé 156. Pour tous ces tracés, on électrise en A et on cesse en B. La ligne qui suit la contraction de fermeture est bien différente selon la direction du courant. On voit qu'un courant

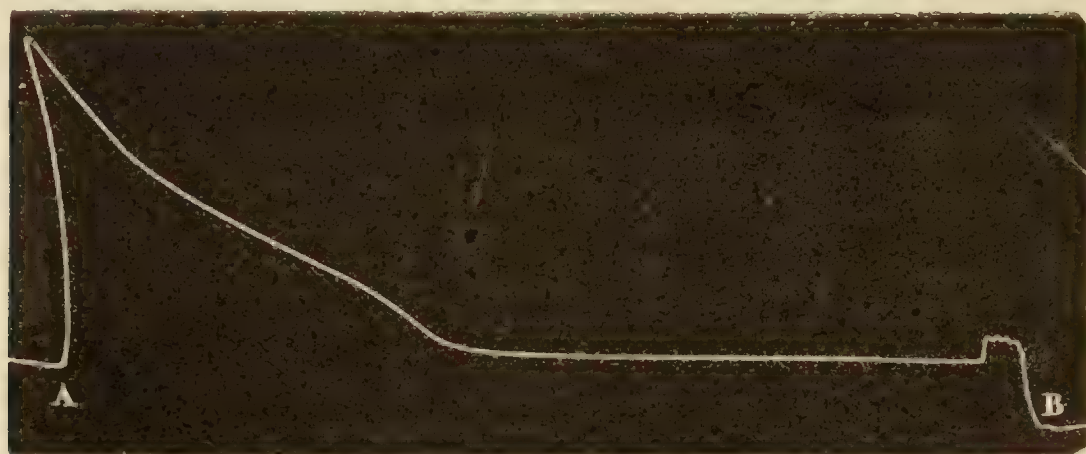


Fig. 155.

descendant ne donne aucune contraction permanente, tandis que la ligne se maintient élevée avec un courant ascendant. Ce qu'il y a en même temps de remarquable dans les tracés 154 et 155, c'est qu'après l'électrisation la



Fig. 156.

ligne tombe même au-dessous du niveau primitif. Ce courant détermine donc un relâchement complet des fibres musculaires du diaphragme.

Les mêmes résultats s'obtiennent sur d'autres muscles, et les tracés obtenus par la contraction des muscles de la face indiquent bien nettement cette différence d'action des cou-

rants descendant et ascendant (Voy. le chapitre consacré aux *courants de polarisation*).

Chez l'homme, et nous l'avons constaté plusieurs fois, il y a dans la contraction de tel ou tel groupe musculaire, une différence très nette selon la direction du courant. Notons que Remak obtient des contractions des extenseurs ou des fléchisseurs, selon les cas où il met le pôle positif ou le pôle négatif sur le nerf médian, et l'autre pôle sur le nerf radial, ce qui indique évidemment une différence d'action selon la direction du courant. Voilà, sous ce rapport, ce que nous avons eu l'occasion de vérifier plusieurs fois.

Lorsqu'on plonge la main dans de l'eau, dans laquelle est placé un des pôles d'une batterie de Remak de trente à quarante éléments, ce qui produit l'électrisation de toute la surface cutanée de la main, et si en même temps on place l'autre pôle sous l'aisselle, sur le plexus brachial, on détermine la contraction des muscles fléchisseurs de l'avant-bras avec le courant ascendant, et la contraction des muscles extenseurs avec le courant descendant.

Le même résultat a lieu en plaçant un des pôles sur le plexus brachial et l'autre sur le nerf radial; dans ce cas encore, le courant ascendant produit la contraction des fléchisseurs et le courant descendant la contraction des extenseurs.

Comme le courant, dans ce cas, agit surtout sur le nerf radial, puisqu'il en suit le parcours, on peut avec raison admettre que, dans ce cas, le courant descendant donne lieu à des contractions directes, et que le courant ascendant donne lieu à des contractions réflexes, qui ne seraient autres que les contractions toniques antagonistes de Remak. Les différences dans la forme de la contraction indiquées par

H. Beaunis pourraient prouver que les secousses musculaires sont réflexes.

Notre manière de voir paraît d'autant plus juste, que, comme nous l'avons souvent répété, il n'y a que peu de contractions pour les membres privés de sensibilité lorsqu'on emploie un courant ascendant, tandis que dans ces cas, les courants descendants donnent des contractions plus fortes. Le contraire a lieu lorsque le membre a complètement conservé l'intégrité des nerfs sensitifs.

De plus, comme le fait remarquer Remak, « il faut en général, pour produire des contractions toniques dans un membre, faire passer par un tronc nerveux un courant très fort et douloureux ».

Pourquoi donc la nécessité de ce courant fort et douloureux, si ce n'est parce que dans ces conditions on agit sur les nerfs sensitifs, qui produisent par action réflexe une contraction galvano-tonique ?

Remak dit encore que la contraction galvano-tonique est ordinairement favorisée par une application subite et prompte des rhéophores sur les nerfs, que chez des hommes sains il faut employer jusqu'à quarante et cinquante éléments pour provoquer ce phénomène, que chez des hommes jeunes et fortement musclés, on ne peut obtenir des contractions toniques que dans le domaine du tronc nerveux parcouru par le courant.

Tous ces faits concordent parfaitement avec notre manière de voir, car chez les personnes saines et fortes, c'est-à-dire en général d'une faible excitabilité nerveuse, il est difficile de provoquer les contractions réflexes.

Duchenne nie complètement la production des contractions galvano-toniques ; il prétend n'avoir jamais pu réussir à déterminer ces contractions. « En résumé, dit-il, il

ressort de mes propres expériences, que la production de contractures par courants continus, contractures dites contractions galvano-toniques, n'est pas encore démontrée. »

Peut-être qu'avec les restrictions que nous avons apportées aux propositions de Remak, les objections de Duchenne perdent de leur valeur. Certes, il est très rare d'obtenir facilement sur les muscles du bras des contractions galvano-toniques, et nous sommes loin d'admettre toutes les théories et toutes les hypothèses de Remak; mais il n'en est pas moins vrai que le raccourcissement plus ou moins considérable de la fibre musculaire dans certains cas, pendant le passage d'un courant continu, est un fait exact.

On peut objecter aux expériences faites sur les animaux, que le nerf ou le muscle, étant directement en contact avec les électrodes, éprouvent par l'action électrolytique une irritation continue. Cette objection est fondée, mais elle n'est vraie qu'en partie, car la direction des courants ne devrait pas alors avoir d'influence; c'est même le courant descendant qui devrait produire les contractions galvano-toniques les plus énergiques, puisque, dans ce cas, le pôle négatif est plus près du muscle, et que ce pôle est le plus excitant. Or c'est le contraire qui a lieu.

Il y a donc bien dans ces phénomènes une influence réflexe, et peut-être une action qui se rapproche plus ou moins de la tonicité musculaire. Pendant tout le passage du courant, l'état moléculaire du nerf est modifié et excité, et par conséquent il est logique que le muscle soit influencé par cette excitation et y réponde par une contraction légère, mais permanente.

Sur certains muscles de l'homme, surtout sur ceux du pharynx et du larynx, cette contraction galvano-tonique est d'ailleurs incontestable.

Remak avait déjà observé que « dans la région du larynx, les courants continus produisent facilement des contractions toniques des muscles de cet organe et la fermeture de la glotte ». Ce fait est très réel, et nous avons eu occasion de le constater plusieurs fois. Chaque fois qu'on place un des pôles dans le voisinage de l'os hyoïde, la personne électrisée accuse une sensation de constriction dans l'arrière-gorge et dans le larynx, et si on la fait parler dans ce moment, le ton de sa voix est plus élevé, et souvent il lui arrive de ne pouvoir achever des mots commencés. L'observation suivante montre bien cette influence des courants continus sur la contraction tonique des muscles du larynx.

Une jeune fille, entrée dans le service de G. Sée, présentait tous les phénomènes d'une asphyxie, avec fièvre, perte de parole, etc. Le cas paraissait assez grave, mais heureusement s'améliora au bout de quelques jours, à la suite du traitement instituée. Une aphonie complète persista après que les phénomènes d'asphyxie eurent disparu. Examinée au larynscope par le Dr Fauvel, la malade ne présenta du côté du larynx d'autre état qu'un relâchement des cordes vocales. On institua un traitement électrique; et ce qu'il y eut de remarquable, c'est que dès le premier instant de l'application d'un faible courant continu, la malade se mit à parler d'une manière très intelligible et très facilement. Dès qu'on cessait l'électrisation, l'aphonie survenait aussitôt, et disparaissait de nouveau du moment qu'on appliquait de nouveau le courant continu. La malade fut complètement guérie au bout de quelque temps. Nous ne prétendons pas, néanmoins attribuer cette guérison à l'électricité, car la malade étant hystérique, on peut toujours objecter que la guérison eût pu se faire spontanément. Nous insistons sur ce seul fait, que pendant tout le temps du passage d'un courant continu, les muscles du larynx conservaient leur tonicité et se contractaient selon l'intonation voulue, et qu'il est incontestable que cet effet était dû uniquement à l'influence du courant électrique.

Influence des courants d'induction.

Les courants d'induction déterminent la contraction prompte et permanente des muscles striés. Ils mettent

le muscle dans un état de contraction tétanique due à la rapidité des interruptions. Les graphiques obtenus montrent que l'application de courants d'induction détermine, au bout de fort peu de temps, une ligne complètement droite. L'élévation de la ligne se maintient pendant quelque temps, mais bientôt le muscle se fatigue et la ligne descend peu à peu. Enfin si l'on continue l'action des courants d'induction, la contractibilité disparaît complètement et le muscle conserve la rigidité cadavérique.

Un même courant d'induction n'a pas toujours la même action, car son action dépend de l'excitabilité du muscle. Celle-ci, d'après M. Du Bois-Reymond, est d'autant plus grande que le courant électrique propre au muscle est plus fort, ce qui s'explique parfaitement d'après la théorie que nous avons exposée des courants autonomes. La température est également une cause très importante, car, pour chaque animal, la contractibilité musculaire atteint son maximum à une certaine température, au-dessus et au-dessous de laquelle elle est diminuée.

La fatigue, comme nous l'avons déjà dit, affaiblit très rapidement l'excitabilité musculaire. Cette fatigue peut dépendre, ou d'excitants directs du muscle longtemps appliqués, ou du travail mécanique très considérable exécuté par le muscle.

Dans ces cas, la contractilité peut être rétablie promptement en faisant passer un courant constant et continu, pendant quelque temps à travers les muscles (Heidenhain).

Chaque fois que des courants d'induction, ou d'autres excitants, agissent pendant quelque temps sur la fibre musculaire, ils produisent, même après leur cessation, une rigidité qui peut durer un temps plus ou moins long. Ce fait, facilement observable expérimentalement, se produit chez

l'homme après une grande fatigue. Tout le monde connaît la raideur et les douleurs musculaires qu'on éprouve après une marche forcée ou un exercice violent.

La raison physiologique de cette rigidité musculaire n'est pas bien connue, cependant il ressort évidemment de ces faits que l'activité musculaire est accompagnée de la formation d'une substance demi-solide qui reste quelque temps dans les fibres musculaires. Comme cette question est importante au point de vue électrothérapique, nous croyons devoir nous y étendre un peu plus longuement et donner de ces faits l'explication physiologique qui parait la plus probable, et que nous empruntons à M. Hermann[1].

Voici la manière la plus simple d'exprimer l'ensemble des phénomènes chimiques, soit pendant la rigidité, soit pendant l'état actif[2] : le muscle contient à chaque instant une provision d'une certaine substance azotée, très complexe, dissoute dans le contenu du muscle (dans le plasma musculaire); cette substance (l'inogène) peut se scinder par le travail de l'activité musculaire. Les produits de la scission sont entre autres : l'acide carbonique, l'acide sarcolactique et un corps albumineux qui se sépare d'abord sous forme gélatineuse, et plus tard (à la suite d'une certaine concentration) se contracte et devient solide (la myosine). La scission a lieu spontanément et lentement à l'état de repos, elle se fait avec d'autant plus de rapidité que la température est plus élevée; elle a lieu rapidement au delà d'un certain degré de température; elle peut aussi être renforcée

1. Voy. *Éléments de physiologie*, par Hermann. Traduction française par Roye, revue et annotée par le Dr Onimus. Paris, 1869.

2. Les recherches les plus récentes sur la constitution chimique et les transformations de la substance musculaire n'ont en rien modifié le principe même des faits tels que nous l'exposons ici, et au point de vue pathologique, cette théorie est incontestablement vraie.

tout d'un coup par des excitants. Ce renforcement subit constitue l'essence même de l'état actif. Une fois la substance épuisée, aucune activité musculaire n'est plus possible.

Cette substance n'a pas encore été isolée, parce qu'à chaque manipulation chimique elle se décompose comme on vient de le voir. La scission peut être empêchée par un échauffement subit et considérable (immersion dans l'eau bouillante), ou au moyen d'acides minéraux; mais dans les deux cas la substance est détruite. Au point de vue de sa composition, elle devrait être placée à côté de l'hémoglobuline, car ce n'est qu'en se décomposant qu'elles donnent toutes deux une substance albuminoïde.

Puisque la substance inogène est consommée dans l'activité musculaire, il est indispensable, pour que le muscle conserve sa faculté de travail, qu'il en reçoive toujours une certaine quantité, ou que cette quantité se renouvelle. Le rétablissement du muscle s'opère par le sang, qu'il soit épuisé par la raideur ou par le travail. Mais le sang ne produit pas cet effet, en ce sens seulement qu'il apporte de la substance inogène ou qu'il la renouvelle; il entraîne encore au dehors les produits de la scission qui sont nuisibles pour le muscle. Il chasse sans cesse du muscle l'acide carbonique et très probablement l'acide sarcolactique, nuisibles tous deux. Comme nous l'avons exposé dans le chapitre des *courants autonomes des tissus*, c'est absolument la série des phénomènes qui se passent dans une pile ordinaire. — Le sang abandonne au muscle, de l'oxygène; mais il est clair que celui-ci ne peut pas seul compenser la perte éprouvée, puisque le carbone et l'hydrogène (dans l'acide carbonique et l'acide sarcolactique) quittent sans cesse le muscle; le sang doit donc, outre l'oxygène, transmettre encore au muscle des matières orga-

niques carburées et hydrogénées ; — or, comme d'un côté tous les produits de scission de la substance inogène n'abandonnent pas le muscle (la myosine reste, puisque l'excrétion d'azote n'est pas augmentée par l'activité musculaire), que de l'autre côté, ce n'est point la substance toute formée mais ces éléments qui sont amenés au muscle, il est très probable que le rétablissement du muscle (abstraction faite de l'expulsion des matières nuisibles) consiste en une synthèse de la substance inogène à laquelle la myosine prend part de nouveau, et à laquelle aussi le sang apporte de l'oxygène et une substance privée d'azote. La myosine accomplirait ainsi dans le muscle une sorte de circulation chimique.

La rigidité provient essentiellement d'une coagulation par laquelle le contenu du muscle devient solide. Le corps coagulé, dont la séparation s'effectue instantanément à des hautes températures dans le plasma même du muscle, est la *myosine*. D'après des expériences faites sur le plasma (L. Hermann), on doit admettre que le contenu du muscle, formant d'abord un liquide épais, devient ensuite gélatineux, et que sa coagulation, comme celle de la fibrine dans le caillot du sang, se contracte et se solidifie ; alors seulement le muscle se raccourcit et exprime une liqueur (le sérum du muscle). On distingue ensuite plusieurs degrés successifs de raideur dont le dernier est remarquable par la rétraction et l'opacité.

A son premier degré de rigidité, le muscle peut être rétabli par une nouvelle circulation du sang, mais non plus au second; c'est-à-dire après la contraction de la myosine coagulée. Cependant, même dans ce cas, il peut être rétabli par le sang si l'on dissout de nouveau la myosine coagulée avec une solution contenant 10 p. 100 de sel de cuisine.

Le muscle d'un animal à sang chaud arrive très promptement, par la ligature de son artère, à ce second degré qui ne peut plus être rétabli par la circulation.

Ces considérations physiologiques nous expliquent les différents effets que l'on obtient en électrisant les muscles avec des courants induits. Lorsque leur action est énergique et prolongée, ils fatiguent les muscles et déterminent l'usure rapide de ses éléments constituants, par une activité exagérée; c'est ainsi qu'ils finissent par amener la rigidité et la perte d'excitabilité.

Lorsque, au contraire, les courants d'induction n'agissent que pendant un temps très court, ils activent le fonctionnement et la nutrition des muscles sans entraîner de rigidité. Ils amènent en même temps une plus grande activité de la circulation. Ces déductions concordent bien avec la remarque faite par tous les médecins qui se sont occupés des applications électrothérapiques, qu'avec des courants d'induction il ne faut jamais électriser trop longtemps les muscles, et qu'il vaut mieux employer des séances courtes et souvent renouvelées.

Mais ces mêmes observations physiologiques nous montrent qu'il faut employer les courants d'induction avec ménagement, dans les cas où la fibre musculaire est profondément altérée; car, pour se contracter, elle a besoin de trouver en elle les substances qui, par leurs combinaisons chimiques, produisent la contraction. Dans les cas où ces substances manquent en grande partie, on produit très rapidement l'usure de celles qui existent encore, et conséquemment la raideur.

Il faut également employer les courants d'induction avec ménagement, lorsqu'il y a des troubles vasculaires, car la circulation étant nécessaire pour apporter les produits utiles

à la contraction et pour enlever ceux qui ont servi et qui ne peuvent être que nuisibles, il peut être dangereux de déterminer aussi énergiquement l'activité des muscles, lorsqu'on ne peut les mettre dans les conditions nécessaires pour que cette activité se produise normalement.

En résumé, si dans certains états pathologiques les courants induits doivent être employés avec ménagement, ils sont dans l'état normal les excitants les plus énergiques des nerfs moteurs et de la fibre musculaire, non seulement à cause de leur tension, mais encore parce que leur production et leur disparition sont très rapides, et que, d'après la loi formulée par M. Du Bois-Reymond, « le nerf moteur ne répond pas dans chaque moment par une contraction à la valeur absolue de la tension du courant, mais à la modification de cette valeur d'un moment à l'autre. »

De la secousse musculaire.

La secousse musculaire déterminée par les courants électriques est rarement simple; sauf les cas où l'on ne fait passer qu'un courant d'ouverture ou de fermeture en employant des dispositions particulières des appareils électriques, on fait toujours arriver sur les nerfs et sur les muscles deux excitations; car pour les courants de la pile, on a forcément la contraction produite par la fermeture du courant et celle produite par l'ouverture. Pour les courants induits il en est de même, et chaque fois qu'un courant est lancé dans le fil inducteur, il se forme un courant induit de fermeture et un courant induit d'ouverture.

Dans les tracés de contraction musculaire qui ont été donnés jusqu'à présent, la plupart ont été obtenus avec des

appareils électriques, où cette double excitation avait lieu. Il se forme alors dans le tracé une déformation plus ou moins visible, selon la durée du courant et la fatigue du muscle.

Cette déformation est sensible dans quelques-uns des tracés obtenus par Marey, et elle est très marquée dans les graphiques musculaires donnés par Helmholtz. Marey a attribué ces déformations à l'influence du levier qui, dans ses mouvements rapides, exécute des vibrations qui se combinent avec la courbe réelle.

Helmholtz ne s'est point servi d'un levier, et admet que ces ondulations sont produites par des variations rythmées dans le raccourcissement du muscle. C'est peut-être aussi



Fig. 157.

à cette double excitation qu'est due la contraction secondaire que Ch. Richet a observée sur des muscles.

Pour nous, ces ondulations sont dues à la double excitation du courant électrique, condition dont on a fort peut tenu compte.

Le tracé (fig. 157) a été obtenu avec un courant induit assez rapide. On y remarque cependant les deux sommets déterminés par les deux contractions successives produites l'une par le courant induit de fermeture, et l'autre par le courant induit d'ouverture. On distingue ces deux mêmes contractions dans la figure 158, qui a été obtenue en employant un courant de la pile et en faisant une interruption très rapide.

Dans la figure 159, le tracé représente la contraction musculaire produite sous l'influence d'un extra-courant. On distingue parfaitement, dans la ligne supérieure, les ondulations dues, la première au courant de la pile, et la deuxième à l'extra-courant et au courant d'ouverture de la pile. La ligne inférieure de cette figure représente les deux



Fig. 158.

contractions séparées, c'est-à-dire que nous avons prolongé la durée pendant laquelle le courant passe dans la bobine inductrice. La première contraction de la ligne inférieure correspond donc à la première ondulation de la ligne supérieure, et la deuxième contraction à la deuxième ondulation.



Fig. 159.

On remarquera en même temps que les contractions de la ligne inférieure, où l'excitation est simple, ne présentent aucune ondulation, et cependant le mouvement du levier a été le même.

Si la durée du courant est infiniment courte, les deux courants formés se succèdent si rapidement, que leur excitation arrive presque en même temps sur le muscle, et alors

la deuxième ondulation se confond presque avec la première ; le tracé n'offre plus, dans ce cas, d'irrégularité. La fatigue du muscle influe également sur la présence de ces ondulations, car elles tendent à disparaître à mesure que le

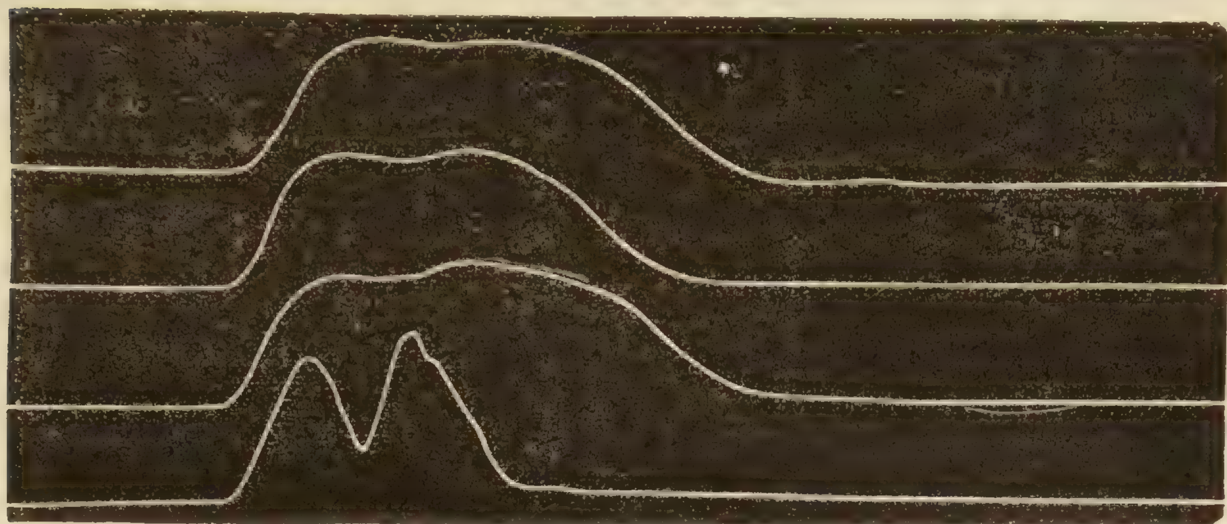


Fig. 160.

muscle se fatigue. Ce phénomène se reconnaît dans les deux figures 160 et 161, où l'on voit les dernières lignes ne plus présenter d'ondulations.

Dans ces deux figures, le tracé de la ligne inférieure a

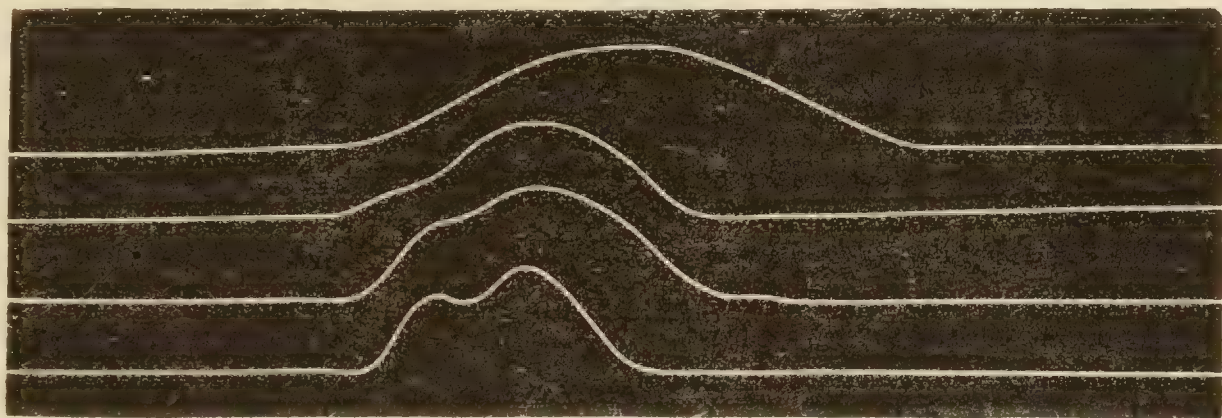


Fig. 161.

été obtenu en employant un courant dont la durée a été un peu plus longue que pour les lignes supérieures. C'est pour cela qu'on y remarque d'une manière si nette les deux contractions. Les autres lignes représentent les tracés que l'on obtient successivement en fatiguant le muscle. Le tracé de

la deuxième ligne a été obtenu après trois secousses, celui de la troisième ligne après quinze secousses, enfin celui de la ligne supérieure après vingt-deux secousses. On voit parfaitement qu'à mesure que le muscle se fatigue, l'ondulation tend à disparaître, et cela nous confirme encore dans l'opinion que, dans les tracés donnés par d'autres auteurs, par Helmholtz surtout, ces ondulations sont produites par les excitations électriques successives. En effet, dans ces graphiques, les vibrations, fortes au commencement de la secousse, s'éteignent peu à peu, et elles diminuent lorsque le muscle se raccourcit avec plus de lenteur.

Les tracés de la figure 160 représentent les contractions que l'on obtient en faisant passer rapidement un courant de la pile dans les muscles. La première ondulation est donc due à la contraction de fermeture, et la seconde à la contraction produite par l'ouverture du courant.

Dans la figure 161, le courant de la pile passe au contraire d'une manière continue et est interrompu à chaque tour du cylindre enregistreur; la première ondulation est donc produite par la contraction d'ouverture, et la seconde par la contraction de fermeture.

Les positions respectives de ces ondulations varient également selon la fatigue du muscle, comme on peut le voir sur la figure 162.

La deuxième ondulation, qui d'abord est moins forte et placée plus bas que la première, s'élève peu à peu et augmente d'amplitude, à mesure que le muscle se fatigue. Elle finit même par dépasser la première ondulation et donne presque à elle seule la forme de la secousse musculaire.

Nous ne pouvons nous étendre plus longuement sur les différentes particularités que présente la secousse muscu-

laire ; si nous avons insisté sur ces faits, c'est qu'ils ont une importance pratique. En effet, avec tous les appareils induits employés en médecine, on détermine à chaque secousse une double excitation du muscle.

Pour l'extra-courant, le courant de la pile pouvant être négligé, on ne peut produire à vrai dire qu'une seule excitation, mais il n'en est plus de même avec le courant induit de la seconde hélice. C'est là une différence importante

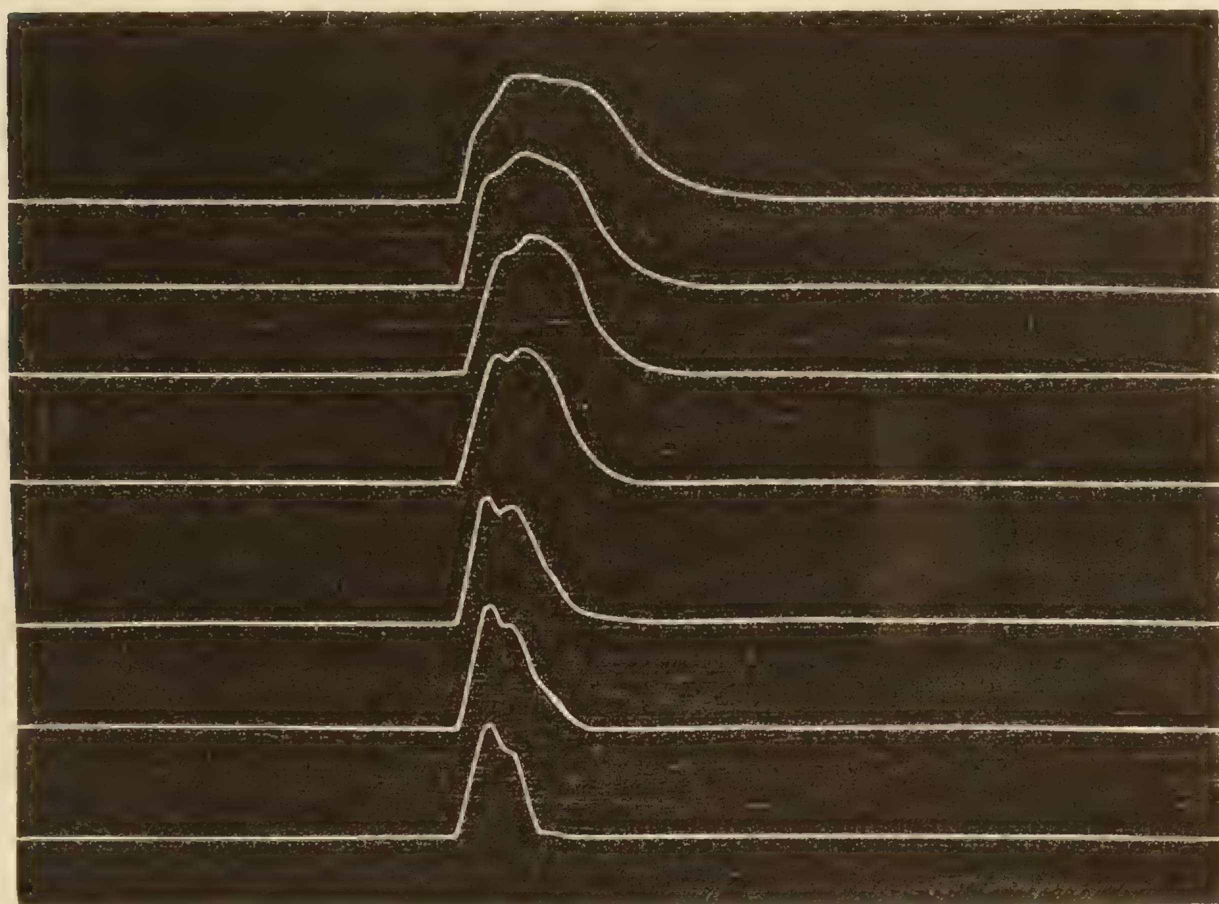


Fig. 162.

qui influe évidemment sur les actions physiologiques et thérapeutiques de ces courants, et qui jusqu'à présent n'a guère été signalée.

Nous avons rapporté plus haut la discussion si importante, qui s'est élevée à ce sujet entre Becquerel et Duchenne ; il faut faire entrer dans cette discussion cet élément si important de l'excitation double, pour le courant de la deuxième hélice et de l'excitation simple (en négli-

geant le courant de la pile) pour le courant de la première hélice.

En pathologie, on doit également tenir compte de cette différence d'excitation des courants, car il n'est pas indifférent pour des muscles altérés ou fatigués, d'y produire une secousse musculaire simple, ou une secousse musculaire dans laquelle deux excitations égales se succèdent très rapidement.

Pour les courants de la pile, la durée du courant et par conséquent de l'excitation pouvant être limitée à volonté, le médecin peut, selon les cas, déterminer des contractions se succédant lentement ou rapidement.

Ajoutons encore que la contraction des muscles est accompagnée d'une élévation de température. Chez l'homme, Ziemssen [1] a vu que la température du bras électrisé par un courant d'induction s'élevait de 1 à 2 degrés centigrades. Les premières minutes, cependant, il y a un léger abaissement (de 0°,1 à 0°,5), mais avant la fin de la troisième minute, la température s'élève et continue à s'élever de plus en plus. La température la plus haute a toujours lieu pendant les quatre ou cinq minutes qui suivent le moment où l'on a cessé d'électriser.

Les variations de température s'expliquent très facilement par les changements de circulation qui ont lieu dans le membre électrisé. Au premier moment où l'on fait passer les courants induits, il y a resserrement des artérioles et par conséquent diminution de la circulation et abaissement de la température. Lorsqu'au contraire on cesse l'électrisation, il y a aussitôt dilatation des vaisseaux et afflux de sang.

Quant à l'élévation de température qui a lieu après deux à

1. *Die Electricität in der Medicin*, 1866, p. 29 et suiv.

quatre minutes, pendant l'électrisation d'un membre, elle est produite principalement par la contraction musculaire. On sait, en effet, que les muscles en se contractant produisent de la chaleur, et même lorsque la circulation est complètement arrêtée en un membre, si ce membre est contracté, la température est plus élevée que dans les autres parties du corps où la circulation se fait librement. Sur des grenouilles, où l'examen microscopique nous montrait d'une manière indubitable que toute circulation était arrêtée par les courants induits, nous obtenions encore une élévation de température très marquée due à la contraction musculaire. Nous avons fait ces recherches avec le thermomètre différentiel de Walferdin et, comme Ziemssen, nous avons en même temps observé que la température est la plus élevée immédiatement après l'électrisation.

RECHERCHES CLINIQUES

Traitement des affections musculaires.

Contracture. — Si nous nous reportons aux conditions physiologiques de la contraction, et aux phénomènes chimiques qui ont lieu, nous pourrons très facilement comprendre l'influence des courants électriques sur l'état de fatigue et sur l'état de contracture des muscles.

La contraction du muscle a pour résultat la formation d'une substance albumineuse, la *myosine*. Cette substance, après un exercice violent, se trouve en grande quantité, et offre alors son premier degré de coagulation (d'où la raideur musculaire après une grande fatigue). A ce premier degré de rigidité, le muscle peut revenir à son état normal par

une circulation plus active déterminée par des courants continus. (Voyez pour plus de détails, les pages 767 et suivantes).

Il est évident que les courants d'induction qui forcent la fibre musculaire à se contracter ne feront qu'augmenter la formation de la *myosine*, et par conséquent augmenteront encore la contracture. C'est, en effet, ce qu'on observe souvent, et de nombreuses observations pathologiques le démontrent. Cependant il ne faut pas oublier que les courants d'induction, de quelque manière qu'on les applique, n'agissent pas seulement sur la fibre musculaire, mais encore sur les nerfs sensitifs et sur les vaisseaux sanguins; on s'explique ainsi que dans quelques cas, assez rares d'ailleurs, on puisse faire cesser certaines contractures en employant les courants induits. Dans ce cas, il faut agir avec des courants modérés, et pratiquer surtout l'électrisation cutanée; on obtient ainsi par action réflexe une circulation plus active, et par conséquent un moyen de diminuer la contracture.

Emploi des courants continus. — Mais, le meilleur moyen de combattre les contractures est sans contredit l'emploi des courants continus. Ceux-ci, en effet, augmentent la circulation sans déterminer des contractions musculaires; ils produisent donc l'effet utile, sans risquer de déterminer les effets nuisibles. De plus, non seulement ils agissent sur la circulation, mais, dans les cas où la contracture est due à l'excitation continue d'un nerf, ils amènent la diminution de l'excitabilité de ce nerf, et font ainsi, par le fait, cesser la contracture.

Remak, dans les expériences qu'il fit en 1865, à l'hôpital de la Charité, eut à traiter un cas de contracture du grand pectoral, qui avait fait croire à une paralysie du deltoïde.

Le malade était entré depuis trois mois dans le service de Beau, pour un gonflement rhumatismal articulaire du bras droit.

Après avoir été traité pendant trois semaines par les moyens ordinaires, il fut pris subitement d'une paralysie complète du deltoïde qui ne céda ni aux vésicatoires, ni aux courants induits.

A l'application du pôle négatif sur le point d'émergence du nerf circonflexe et du pôle positif à la surface du deltoïde, la contractibilité reparaît un peu; mais, comme l'avait prédit Remak, l'effet curatif est presque nul et ne produit qu'une augmentation de quelques degrés dans l'angle que peut faire le bras avec le corps.

Par contre, en agissant sur les troncs nerveux, en plaçant le pôle positif sur le point douloureux du plexus brachial et le pôle négatif sur l'omoplate du côté opposé, pour bien montrer qu'il ne s'agit pas d'un effet immédiat sur le muscle deltoïde, le malade lève complètement son bras. Ce mouvement était uniquement empêché par la contracture du grand pectoral, contracture que l'application des courants continus avait fait cesser immédiatement.

Nous avons eu l'occasion d'observer un fait identique, et dont la guérison a été peut-être encore plus prompte.

M. A..., âgé de trente-trois ans, cocher, est tombé sur le bras gauche et s'est démis le bras. La luxation fut réduite quatre heures après, et il reprit bientôt son service. Mais les mouvements ne cessèrent pas d'être douloureux, et ils devinrent de plus en plus limités. Au bout de vingt jours, il ne pouvait plus soulever son bras, et dès qu'il l'éloignait du corps, il éprouvait des douleurs excessivement violentes. Quand nous le vîmes, il avait le bras en écharpe, les mouvements de l'avant-bras étaient la plupart faciles, mais il ne pouvait écarter le coude du corps que de quelques centimètres. L'articulation scapulo-humérale était douloureuse à la pression, et présentait un creux très prononcé dans la fosse sus-épineuse. Le muscle grand pectoral était très dur et très douloureux.

Nous plaçâmes les deux rhéophores (courant de quarante éléments), d'abord sur le grand pectoral, et *deux minutes après le malade levait son bras* et l'amenait presque de niveau avec l'épaule.

La douleur l'empêchait de le porter jusqu'à la tête, et nous plaçâmes alors le pôle positif sur le plexus brachial et le pôle négatif sur le deltoïde, et quelques instants après le malade levait parfaitement le bras sans douleur et sans difficulté. Il était complètement guéri dans une séance de moins de dix minutes.

Deux jours après, le malade revint; à la suite d'un service très pénible avec un cheval très rétif et qui demandait à être toujours fortement tenu en main, la contracture avait reparu, et les mouvements du bras étaient redevenus impossibles. Emploi des courants induits sans résultat. Une nouvelle application, au contraire, des courants continus d'après la même méthode, fit disparaître toute gêne et toute douleur dans les mouvements. Nous lui prescrivîmes en même temps de ne point se servir pendant deux ou trois jours de son bras et de le maintenir dans un bandage. A la suite de ce traitement, il fut guéri d'une manière définitive.

Nous avons également guéri d'autres cas analogues et entre autres une contracture du biceps survenue à la suite d'une luxation du coude, datant de trois mois.

Dans l'observation suivante, nous avons cherché à voir quelle pouvait être l'influence de la direction des courants.

Mercier, trente-six ans, menuisier, est tombé, il y a quinze jours, sur le bras droit. Il n'a eu ni luxation ni fracture, mais à partir de ce moment, il ne peut plus lever le bras. Il essaie successivement sans succès des bains de vapeur et l'application répétée de ventouses.

Lorsqu'il vient nous trouver, nous constatons les traces d'une ecchymose sur la partie antérieure et supérieure du bras. Le malade peut amener le bras en avant et en arrière, en imprimant comme un mouvement de pendule, mais il ne peut éloigner le coude du corps que de quelques centimètres. L'articulation scapulo-humérale est douloureuse à la pression et lorsqu'on veut soulever le bras. Le pectoral est dur et tendu.

En plaçant le pôle positif sur le pectoral et le pôle négatif sur les vertèbres cervicales, au bout de trois minutes, avec un courant de trente éléments, le malade parvient à soulever mieux le bras, et il ressent en même temps moins de douleur. Cependant il ne peut l'amener dans une position horizontale avec l'épaule.

En plaçant alors le pôle positif sur le plexus brachial et le pôle négatif sur les vertèbres cervicales, on n'obtient aucun avantage, le malade même se plaint d'un peu plus de douleur et d'une gêne plus grande.

Enfin, en mettant le pôle positif sur les vertèbres cervicales et le pôle négatif sur le plexus brachial, les mouvements deviennent plus libres et la douleur disparaît, au moins pendant quelque temps. Guérison au bout de six séances.

Emploi des courants induits. — Dans les observations que nous venons de citer, l'emploi des courants induits n'a jamais donné de bons résultats, au moins de résultats comparables à ceux fournis par les courants continus. Nous les avons employés avec ménagement, directement sur les muscles ne fonctionnant plus, et comme électrisation cutanée dans la région des muscles contracturés. Cependant, dans l'observation suivante, où la contracture a reparu souvent après un travail manuel, nous avons eu l'occasion de constater que les courants induits donnaient également un résultat avantageux.

Mme V..., âgée de cinquante-sept ans, ressent depuis trois ans des douleurs dans l'articulation du coude droit, elle éprouve des difficultés à fléchir complètement l'avant-bras sur le bras. Depuis cinq à six mois, elle ressent également des douleurs dans l'épaule, et ne peut plus lever le bras complètement; la gêne des mouvements augmente peu à peu, et quand nous la voyons elle ne peut plus porter la main à la tête. Elle n'éprouve de douleurs dans l'épaule que lorsqu'elle veut faire un mouvement étendu, ou lorsqu'elle veut porter un objet pesant. Le pectoral est plus dur, sans être cependant fortement contracturé. Craquements dans l'articulation scapulo-humérale lorsqu'on imprime des mouvements au bras. Après chaque séance, qu'on employât les courants induits ou les courants continus, les mouvements devenaient plus faciles et la main pouvait être portée sur la tête. La direction des courants continus n'avait également aucune influence.

Méthode de Duchenne (de Boulogne). — Duchenne a beaucoup insisté, pour le traitement des contractures, sur la faradisation des muscles antagonistes. Si dans quelques cas ce procédé est avantageux, il est bien impraticable dans un grand nombre d'autres. Peut-on admettre d'ailleurs d'une manière bien exacte que le deltoïde et le grand pectoral soient des antagonistes? de plus, n'est-ce pas un procédé un peu trop mécanique d'électriser les antagonistes? Il est de beaucoup préférable, dans tous ces cas, d'agir *loco dolenti;* car la guérison est plus facile, plus prompte, et les applications électriques moins douloureuses. Quelquefois cependant, comme par exemple dans la contracture du triceps sural, nous employons les deux méthodes dans la même séance, commençant et finissant par l'application des courants continus.

Il suffit d'ailleurs de se rappeler l'action catalytique des courants continus sur la fibre musculaire, fatiguée ou irritée, pour comprendre l'influence de ce traitement dans presque toutes les contractures provenant, soit de la fatigue, soit du froid.

Aussi, dans tous ces cas, on obtient des guérisons rapides, et nous avons observé plusieurs fois, et surtout dans les cas de lumbago aigu, une amélioration presque instantanée.

Les douleurs musculaires et les contractures qui surviennent à la suite d'un refroidissement sont dues probablement à un trouble vasculaire. Le raccourcissement de la fibre musculaire, comme nous l'avons vu, survient dès que le sang arrive en moindre quantité, ou que son cours est arrêté. Pour faire cesser ces contractures, il suffit donc de ramener la circulation locale, soit directement, soit en agissant sur les filets nerveux qui, par action réflexe, influent sur la contraction des artérioles.

Dans certains cas de *contracture réflexe ascendante par traumatisme articulaire*, Duchenne a employé les courants continus et les courants induits. Ces derniers, d'après Duchenne, ont donné des résultats bien plus avantageux par la méthode de la faradisation des antagonistes. Il cite un cas de contracture réflexe d'un grand nombre de muscles moteurs du membre supérieur droit, consécutive à une arthrite du poignet. Les courants continus, appliqués pendant trente séances, ne donnèrent qu'une amélioration légère, tandis que la guérison survient en quelques séances par la faradisation énergique et à intermittences rapides des antagonistes des muscles contracturés. Les douleurs rachidiennes au niveau de la région cervico-dorsale, qui existaient en même temps que la contracture, diminuèrent pendant quelques jours, mais revinrent plus vives et persistent depuis des années.

Voilà comment s'exprime Duchenne :

Alors le traitement galvanique, par courants continus et *réflexes*, a été commencé. Je me suis servi d'une pile composée de 80 éléments au sulfate de plomb, se graduant de manière à ne donner d'abord que la force de 10, 20, 30 éléments jusqu'au maximum de tolérance, qui était variable suivant les points où étaient placés les rhéophores. Tantôt le rhéophore négatif était placé sur le trajet du nerf médian, au niveau de la partie inférieure de l'avant-bras, et le rhéophore positif au niveau du pli du bras ou de la partie moyenne du bras, sur le trajet du même nerf; tantôt la main contracturée était plongée dans une cuvette d'eau mise en communication avec le pôle négatif, tandis que le pôle positif était placé, soit à l'origine des nerfs cervicaux et dorsaux, soit sur le plexus brachial, soit enfin sur le trajet des nerfs qui en émanent.

Après dix séances semblables, la malade a pu redresser un peu le poignet, pendant le passage du courant, mais ce pouvoir cessait avec l'opération à dater de ce moment, la main s'entr'ouvrait progressivement et restait entr'ouverte quelques minutes d'abord, puis, aprés de nouvelles séances, quelques heures après l'opération. Alors la malade put ouvrir et fermer un peu sa main à volonté, jusqu'à l'époque de la menstruation qui était arrivée deux jours plus tard et qui avait fait reparaître la contracture des muscles fléchisseurs des doigts aussi complète qu'avant la galvanisation.

Après un repos de six jours, l'application du courant continu fut reprise

comme auparavant, et, au bout de trois séances, la contracture du fléchisseur des doigts et du pouce avait disparu. Mais les spasmes persistèrent dans les autres muscles et augmentèrent dans le biceps et même dans les muscles radiaux, au point que, bien que mademoiselle X... pût ouvrir et fermer sa main assez librement, celle-ci restait dans la supination et dans l'extension forcée, ce qui en abolissait l'usage.

Le courant continu, employé encore pendant une douzaine de jours, avec un courant ascendant, ne produisait plus d'amélioration dans l'état des contractures.

Critique de la méthode de Duchenne. — Ce n'est pas par amour de la critique, mais bien parce que cette discussion nous paraît instructive pour les médecins qui emploient les courants électriques, que nous nous permettons de faire quelques reproches à la méthode employée par Duchenne. Quelques faits de ce genre sont plus instructifs que toute une série d'observations ou que des discussions théoriques.

Comme le dit Duchenne, les contractures étaient réflexes; elles étaient survenues à la suite d'une chute sur le dos de la main, et, fait important, il y avait au niveau de la région cervico-dorsale des douleurs très vives, produisant de la fièvre et de l'insomnie. Il existait donc un état général d'excitation et des phénomènes très marqués d'irritation spinale.

C'était le cas ou jamais d'employer un courant faible, très constant, calmant les actions réflexes, et avec toutes les précautions que nous avons indiquées dans le chapitre consacré à l'*irritation spinale*. Au lieu de cela, Duchenne se sert de courants continus et *réflexes*. Il cherche à augmenter la force du courant jusqu'au *maximum de tolérance*. Enfin, les rhéophores sont changés de place très souvent, et presque toujours placés sur le bras ou l'avant-bras.

Cependant, après dix séances, il y a une légère amélioration, peut-être parce que parmi les modes d'application un seul n'avait aucun inconvénient, c'est celui où le pôle positif

est placé à l'origine des nerfs cervicaux et le pôle négatif dans une cuvette d'eau où la main est plongée.

De plus, sur les trente séances, les douze dernières ont été faites avec un courant ascendant, et nous ne sommes nullement étonné qu'elles n'amenèrent aucune amélioration. Elles auraient pu plutôt produire une aggravation.

Certes les courants induits ont amené la cessation des contractures, mais ce n'est qu'un demi-résultat, car, si de 1866 jusqu'en 1869 les contractures n'ont plus reparu, « les douleurs rachidiennes sont revenues, plus vives que jamais, avec exacerbation pendant la nuit ; elles persistaient encore en 1869, malgré toutes les médications employées[1] ».

Voilà, d'après nous, comment le traitement par les courants continus aurait dû être employé.

Dans les premières séances, placer les deux rhéophores sur la colonne vertébrale, le pôle positif un peu au-dessus de la région douloureuse, et le pôle négatif au moins 10 centimètres au-dessous de cette région. Courant modéré et ne devant provoquer qu'une sensation très supportable. Pas de déplacement des rhéophores. Durée, de cinq à huit minutes à la première séance, et augmentant progressivement, sans jamais dépasser quinze minutes.

N'agir sur le membre que lorsque les douleurs rachidiennes auraient grandement diminué, et alors maintenir toujours le pôle positif sur la région cervicale et placer le pôle négatif sur le trajet des nerfs périphériques, mais sans faire d'interruption, c'est-à-dire sans déplacer aucun des rhéophores. Ce n'est que lorsque la contracture a cédé que, pour rendre aux muscles plus de force et plus de facilité

1. Duchenne, *Examen critique des principales méthodes d'électrisation*. 1870, p. 92 et suiv.

dans les mouvements, il est avantageux de faire quelques interruptions ou de promener les rhéophores sur les troncs nerveux ou sur les muscles[1].

Si, au bout d'un certain nombre de séances, et d'application méthodique d'un courant constant sur la colonne vertébrale, les douleurs rachidiennes n'ont pas diminué, il est probable que les courants continus ne donneront aucun résultat bien satisfaisant. Si, au contraire, on obtient après quelques séances une amélioration assez marquée, on peut presque affirmer que la guérison sera prochaine, et alors on peut espérer non seulement la cessation des contractures, mais encore la disparition des douleurs rachidiennes.

En résumé, nous croyons que dans toutes les contractures, il est utile d'employer, selon les cas ou selon la période de l'affection, soit les courants continus, soit les courants induits, ou même les uns et les autres.

La contracturie[2] et la contracture amènent toujours la raideur des membres, une difficulté très grande dans les mouvements et quelquefois même une immobilité complète. Au toucher, le muscle est dur, et donne souvent la sensation

1. Au mois de novembre 1870, un mobile entra dans l'ambulance établie aux Tuileries; ses camarades prétendaient qu'il avait eu une attaque d'épilepsie. Le lendemain il eut une nouvelle attaque et il nous fut facile de constater que c'était une attaque d'hystérie. Nous n'insisterons pas sur les divers symptômes observés chez le malade; nous nous bornerons à signaler le fait suivant qui nous intéresse plus particulièrement. A la suite de ces attaques, qui duraient quelquefois une demi-heure, notre malade avait des contractures musculaires très douloureuses, surtout dans les membres supérieurs; l'application d'un courant électrique continu de la moelle à la périphérie abolissait très rapidement et quelquefois même instantanément la contracture; après la cessation trop prompte des courants, les accidents reparaissaient quelquefois, mais alors le malade réclamait à grands cris l'application des courants continus qui le soulageait.

2. Nous employons le mot de *contracturie* pour désigner l'état intermédiaire entre l'état normal et la contracture proprement dite, de même que le mot parésie indique l'état intermédiaire entre l'état normal et la paralysie proprement dite. Ces diminutifs sont absolument nécessaires, non seulement en physiologie, mais encore en clinique.

de tissu fibreux plutôt que celle d'un muscle normalement contracté. C'est cette sensation qui a dû contribuer beaucoup à l'idée si répandue de la transformation des muscles contracturés en tissu fibreux. Dans les contracturies, on remarque seulement une sorte d'empâtement et de lenteur dans les mouvements. Mais quel que soit le degré de raccourcissement, et même dans le cas où il est si peu prononcé qu'il n'est nullement apparent, tout effort, soit volontaire, soit involontaire pour allonger le muscle, rencontre une résistance très grande et souvent invincible. De plus, la plus légère traction détermine une douleur sourde, contuse, et il en est de même des mouvements de flexion que l'on imprime. La contraction volontaire est presque toujours impossible et douloureuse, mais alors même que la longueur de la fibre musculaire n'est guère modifiée, toute tentative de modification, soit dans l'élongation, soit dans le raccourcissement, est difficile, pénible et douloureuse. Nous insistons particulièrement sur ce point : qu'un raccourcissement plus considérable de la fibre contractée présente autant de difficulté que l'allongement, car la plupart du temps on ne remarque que le défaut d'extensibilité.

Phénomènes chimiques de la contracture. — Ces phénomènes permettent à eux seuls d'expliquer toutes les variétés des symptômes que l'on observe. Le fait important et primordial est la coagulation plus ou moins prononcée de la substance propre du muscle, lorsqu'il y a contracture. Cette idée, émise pour la première fois par Ch. Robin, est acceptée aujourd'hui par tous les physiologistes et elle domine toute la pathologie musculaire.

Ce qui nous intéresse dans tous les cas, et en dehors de toute théorie chimique, c'est la succession des phénomènes suivants : état demi-fluide du plasma musculaire à l'état

normal, concentration et coagulation de ce plasma sous l'influence d'excitants et du travail musculaire, disparition de cette coagulation par la circulation, avec reconstitution des substances propres au tissu musculaire. Si cette reconstitution ne s'effectue pas, le muscle devient dur, rigide, et finit par perdre sa contractilité.

Le phénomène de décomposition de cette substance (l'inogène) est l'essence même du travail musculaire, mais le phénomène de reconstitution de cette substance est la condition nécessaire de la continuation de l'activité muslaire.

Donc, si la décomposition de l'inogène est très considérable, le muscle finira par avoir un excès de myosine, il renfermera, par conséquent, une certaine quantité de substance solide, et il perdra sa contractilité, en restant rigide et plus dense.

Il en sera de même si, dans les conditions ordinaires, la circulation est ralentie ou abolie, car la myosine qui se forme toujours lentement ou spontanément ne pourra plus se transformer en inogène.

Enfin, le même phénomène se produira si le sang est altéré et si l'oxygène ne peut plus être absorbé par la myosine (poisons, intoxications) ou si, inversement, le tissu musculaire est altéré primitivement et n'effectue qu'incomplètement les phénomènes de nutrition.

Nous ne croyons pas nous tromper en affirmant que tous les cas de contractures s'expliquent facilement par ces divers phénomènes chimiques, et nous avions besoin de nous étendre sur ces points, car ils nous semblent être les seuls qui puissent donner une idée réelle de l'état de contracture.

Si nous considérons, à ce point de vue, les différents états

du muscle, nous voyons que la contraction est la décomposition rapide (la scission) du plasma musculaire, ayant pour résultat la formation d'une substance plus dense et solide, qui aussitôt se recombine avec l'oxygène pour reformer le plasma normal qui, lui, est demi-fluide.

La contracture existera, au contraire, chaque fois que cette substance ne pourra pas se recomposer entièrement et qu'elle restera en excès dans le plasma musculaire, lui imprimant ses caractères de consistance, et diminuant en même temps par cela même ses propriétés de contractilité.

Selon le degré de concentration et de coagulation de cette substance, la fibre musculaire sera plus ou moins raccourcie et rigide, et, par conséquent, la contracturie puis la contracture apparaîtront; lorsque la coagulation sera complète, la contracture sera à son maximum et la rigidité cadavérique commencera.

Entre la rigidité cadavérique et l'activité musculaire, il y a donc un point identique dans les phénomènes, et qui ne diffère que par son intensité. C'est un exemple des plus remarquables et qui doit séduire ceux qui définissent la vie une lutte incessante contre les forces physico-chimiques. Pour employer les expressions en usage dans cet ordre d'idées, nous pouvons dire que la fibre musculaire renferme en elle son principe de mort : c'est cette décomposition constante et spontanée de ses éléments, qui se continue lentement à l'état de repos, rapidement à l'état d'activité, et qui finit, si la circulation n'intervient, par arriver à un degré ultime. En même temps nous saisissons ici la vie dans ses manifestations les plus simples, car elle consiste uniquement à faire reconstituer les éléments à leur état primitif, à leur donner la propriété de s'oxygéner de nouveau, pour de nouveau recommencer à se décomposer. Ce sont en effet

ces phénomènes alternatifs de scission et de restitution par synthèse dans les combinaisons chimiques qui constituent tout le fonctionnement des éléments, et toutes les manifestations de la substance vivante. L'équilibre parfait entre ces deux phénomènes constitue l'état normal, et toute exagération dans un sens ou dans l'autre devient aussitôt une cause de troubles organiques et fonctionnels.

Pour la fibre musculaire, l'on peut dire que l'inogène doit se produire à mesure que la myosine se forme ; si cette alternance n'a pas lieu, l'équilibre est rompu, et le muscle cesse d'être dans les conditions physiologiques, pour entrer dans les phases pathologiques. Il se trouve alors dans l'état de contracture, état intermédiaire entre les phénomènes normaux d'activité musculaire, et ceux de rigidité cadavérique.

La fibre musculaire contracturée est donc un élément malade, et qui souffre dans sa nutrition. Sa constitution anatomique est, il est vrai, peu modifiée, mais il y a là néanmoins une vraie lésion matérielle, que le microscope ne saurait découvrir, mais qui existe chimiquement et physiologiquement, et qui au point de vue fonctionnel a les mêmes conséquences que les altérations plus apparentes.

Le fonctionnement de tout élément implique la décomposition, la scission de ses principes chimiques, et leur recomposition immédiate par synthèse. La lenteur ou le défaut de ce dernier phénomène amène aussitôt un état pathologique qui est une lésion réelle, matérielle, entraînant des conséquences importantes pour le fonctionnement de ces tissus. Ces troubles néanmoins ne peuvent pas déterminer de lésions profondes, car à vrai dire, ce n'est qu'un état anormal pour le fonctionnement, et un défaut d'équilibre nutritif;

aussi ces états pathologiques peuvent-ils durer longtemps sans amener d'altérations considérables.

D'un autre côté, il n'est point nécessaire qu'un élément soit réellement altéré pour qu'il cesse de fonctionner, il suffit que ses principes constituants ne se prêtent plus momentanément aux phénomènes de recomposition et de décomposition, ou en d'autres termes qu'il ne puisse plus accumuler, par la nutrition, suffisamment de forces en tension pour les transformer en forces vives, au moment du fonctionnement. Les phénomènes d'assimilation et de désassimilation qui servent à la nutrition propre de l'élément sont relativement peu intenses, tandis que ceux qui ont lieu dans les moments d'activité sont considérables; la fibre musculaire, par exemple, pour rester à l'état de tissu vivant inerte, n'a besoin que d'une nutrition presque insignifiante, tandis que celle-ci doit être des plus puissantes, pour subvenir aux oxydations de la contraction.

Il y a donc, pour tout élément, deux sortes de nutritions, celle qui lui est propre pour qu'il reste tissu vivant et celle qui est utilisée pour le fonctionnement : de même que, dans une machine, on a l'usure de la machine et la dépense faite à l'aide de cette machine pour son travail utile. Une des nutritions peut subsister, tandis que l'autre est diminuée ou abolie; l'élément alors continue à vivre, à végéter en employant cette expression dans son sens figuré, mais il ne peut plus remplir ses fonctions. C'est ce qui a lieu pour la fibre musculaire contracturée, qui n'éprouve pas d'altération visible, mais qui néanmoins a perdu la plupart de ses propriétés de contractilité. Nous ne saurions également comprendre autrement certains troubles du système nerveux, tels que ceux que l'on observe dans l'hystérie, dans quelques affections rhumatismales, etc. Ici aussi, c'est la nutrition fonc-

tionnellement seule qui fait défaut, tandis que la nutrition propre subsiste. Cela nous explique comment les affections de ce genre peuvent durer des années sans entraîner des lésions apparentes, et comment aussi elles peuvent être modifiées rapidement et revenir à l'état normal.

La lésion, dans tous ces cas, consiste uniquement dans une modification de la substance propre du muscle ou du nerf, empêchant la synthèse des principes décomposés. Dans l'état normal, en effet, à peine cette décomposition a-t-elle eu lieu qu'elle doit être suivie aussitôt d'une combinaison ramenant l'état primitif, qui de nouveau se décompose, et ainsi de suite, ce qui, en fait, constitue l'essence même de l'activité des éléments.

Quoi qu'il en soit, ce que nous cherchons à démontrer, c'est que le muscle contracturé est un organe malade, dans lequel la myosine, substance solide, ne peut se reconstituer en inogène, substance liquide. La fibre musculaire à l'état sain est flexible, extensible, se raccourcit énergiquement, mais aussi s'allonge sans effort, et l'on peut poser ce principe que *tout muscle qui se contracte bien, s'allonge facilement et réciproquement;* le contraire a toujours lieu pour les fibres contracturées, aussi une des meilleures définitions serait de dire que la contracture est l'impossibilité d'élongation de la fibre musculaire.

Ce que nous venons de dire nous démontre facilement que, selon la marche et la cause de la contracture, nous nous trouvons en présence d'un phénomène actif ou d'un phénomène passif, et que les contractures se divisent par conséquent en contractures actives et en contractures passives. Dans les premières rentrent toutes les formes où il y a une excitation réelle, et où le système nerveux est mis en activité; dans les autres, au contraire, les troubles dans

la nutrition de la fibre musculaire sont la cause du raccourcissement et de la rigidité, celles-ci étant produites par la persistance de la myosine et sa présence en excès dans le muscle, non par suite d'un fonctionnement trop prolongé, mais par défaut d'assimilation et de désassimilation.

La contractilité électro-musculaire est également différente dans ces deux espèces de contractures ; dans celles qui sont actives, malgré le degré de raccourcissement, on peut toujours, avec un courant électrique énergique, déterminer encore un raccourcissement plus considérable ; et quoique le muscle ne soit jamais dans le relâchement, son degré de contracture est très variable dans une même journée ; en même temps la contractilité électro-musculaire se modifie dans les mêmes conditions, mais en sens inverse.

Pour les contractures passives, c'est très difficilement que l'on peut obtenir, avec des courants électriques très puissants, un léger raccourcissement du muscle, et, la plupart du temps, on n'obtient absolument aucune modification. Dans un cas de ce genre, même en enfonçant des aiguilles sous la peau, nous n'avons pu produire aucune contraction.

Cette différence entre les contractures se manifeste encore, d'après nos observations, par des réactions galvanométriques différentes. Lorsqu'on enfonce des aiguilles de platine dans deux muscles sains, et que ceux-ci se trouvent dans les mêmes conditions anatomiques et physiologiques, il n'y a aucune formation du courant, car l'aiguille d'un galvanomètre très sensible ne subit aucune déviation ; mais si l'on fait contracter un des muscles, l'autre restant en repos, il y a aussitôt une déviation de l'aiguille indiquant que le muscle en contraction est négatif, par rapport à celui qui est au repos. C'est donc le muscle où l'activité chimique est la

plus grande, c'est-à-dire celui qui est contracté, qui devient négatif par rapport à l'autre, tandis que celui qui offre le signe positif est celui où les phénomènes chimiques sont moindres, c'est-à-dire, celui qui est dans le relâchement.

On observe les mêmes phénomènes entre des muscles contracturés et des muscles sains. Ainsi en reliant à un galvanomètre des muscles contracturés activement et des muscles sains, à l'état de repos, ceux-ci étaient positifs par rapport aux muscles contracturés; mais si l'on venait à provoquer et à maintenir la contraction des muscles sains, le courant s'affaiblissait, devenait nul un instant, puis changeait de sens.

Analysons ces phénomènes : au point de vue de l'activité nutritive, on sait que les phénomènes d'oxydation (car c'est là la signification de ces courants) sont plus actifs pour un muscle contracté que pour un muscle en repos, et aussi plus actifs pour un muscle contracturé que pour un muscle en repos, mais moins actifs pour un muscle contracturé que pour un muscle en contraction.

Ainsi, dans notre expérience ci-dessus, le muscle contracturé est négatif par rapport à un muscle sain dans le relâchement; mais si ce dernier vient à augmenter son activité chimique par suite d'une contraction prolongée, le courant disparaît un instant, puis change de sens, car la contraction d'un muscle sain est accompagnée d'oxydations plus énergiques que la contracture pathologique d'autres muscles.

Cette différence de réaction galvanométrique se retrouve entre les contractures actives et les contractures passives. Chez une malade qui avait une contracture permanente depuis plusieurs années, d'un côté du corps, et qui avait de temps en temps des contractures passagères dans les muscles du côté opposé, nous avons observé que les

muscles contracturés depuis longtemps, et dont la contracture était accompagnée d'une diminution de chaleur et de circulation (on pouvait enfoncer des épingles sous la peau dans ces muscles, sans déterminer la moindre hémorrhagie), étaient positifs par rapport à des muscles plus récemment contracturés.

Contraction, contracturie, contracture, sont donc des termes différents indiquant un même phénomène chimique. Dans la contraction normale, les actions sont énergiques, mais passagères, et l'état physiologique de la fibre musculaire se rétablit aussitôt. Dans la contracture active, le raccourcissement musculaire diffère en ce qu'il est involontaire, plus durable, persistant, d'où résulte en même temps la présence en excès des produits de désassimilation. Si les phénomènes de nutrition languissent, si la circulation se ralentit, tandis que les causes d'irritation persistent, les produits de désassimilation augmentent de plus en plus et finissent par remplir de leur coagulation la fibre musculaire, d'où en premier lieu : la contracturie, puis : la contracture.

En d'autres termes, la fibre musculaire renferme un plasma semi-liquide, qui devient plus dense et plus ou moins coagulé, dès qu'il y a un trouble de nutrition. Pendant la contraction, cette transformation chimique a lieu à chaque instant, mais la circulation devenant plus active, la réparation se fait rapidement ; si l'action musculaire devient excessive, les produits de désassimilation se trouveront en excès, et la fibre musculaire renfermera des composés solides et se maintiendra raccourcie, non pas par activité fonctionnelle, mais par défaut d'équilibre nutritif ; c'est ce qui a lieu pour les courbatures. Si la circulation diminue ou si la fibre musculaire se nourrit incomplètement, les phénomènes d'assi-

milation deviennent insuffisants pour donner au plasma ses qualités normales; il y a une coagulation persistante et une rigidité passive, mais l'altération ne devient jamais complète, et la fibre musculaire se maintient dans un état intermédiaire qui n'est pas encore la rigidité cadavérique, mais qui n'est plus la contraction. On comprend ainsi que des muscles puissent rester des années en contracture, sans qu'ils s'altèrent d'une façon plus profonde, et qu'il suffit souvent d'une légère modification pour qu'ils reprennent leurs conditions normales.

Des différentes formes de contracture. — Les états de contracturie les plus simples sont ceux qui surviennent à la suite d'un excès de fatigue; après une marche forcée, par exemple, les muscles qui servent à la marche sont contracturés et douloureux. Il en est de même pour des muscles qui ne sont pas habituellement sollicités à faire tels ou tels mouvements; c'est ainsi que les premiers exercices de gymnastique ou d'équitation amènent des contractures passagères.

On peut rapprocher de ces contractures celles qui sont dues à des contusions ou à un effort trop brusque ou trop énergique.

C'est principalement chez les rhumatisants que ces douleurs musculaires, suites de fatigue, sont les plus fréquentes, et, presque toujours, il y a les symptômes de lumbago. C'est d'ailleurs une certaine catégorie de rhumatisants qui sont le plus souvent affectés; ce sont ceux chez lesquels les causes de l'affection ont influencé lentement l'organisme dont le type est un froid humide agissant peu à peu. Cette action lente du froid est souvent beaucoup plus fâcheuse qu'une impression subite et intense; elle crée une disposition organique sans déterminer de symptômes apparents et

ce n'est que lorsque survient une autre cause, si légère qu'elle soit, fatigue ou traumatisme, que les phénomènes locaux apparaissent.

Tout ce qui facilite la circulation dans les muscles, et par conséquent l'emploi méthodique des courants induits, ou l'influence directe des courants continus, amène dans ces cas une amélioration rapide.

Il existe enfin des cas de myosie franche, aiguë, où la contracture apparaît dès les premiers instants, comme cela existe, par exemple, pour l'inflammation du muscle psoas-iliaque. Dans ces cas, cependant, les nerfs qui animent le muscle ou qui sont en rapport avec lui entrent pour une large part dans la production de la contracture. Nous avons observé récemment une contracture du psoas-iliaque, où pendant des semaines on croyait à une myosite causée par la fatigue, et après un temps très long, on finit par trouver une légère tumeur dans l'abdomen. Le malade avait commencé par ressentir des douleurs dans l'aine, et sa marche était devenue difficile; mais il combattait ces douleurs, pour pouvoir continuer à marcher, avec des injections de morphine souvent répétées. Au bout de quelques jours, la contracture devint tellement violente qu'il fut obligé de garder le lit, et, malgré les recherches les plus minutieuses, on ne put trouver aucun gonflement ni aucune tumeur; ce ce n'est que deux mois après qu'on put apprécier un empâtement assez vague, au-dessus de la branche horizontale du pubis. Nous citons ce fait, pour montrer combien les psoïtis idiopathiques doivent être rares, et combien presque toujours il faut rechercher comme cause un foyer voisin d'inflammation ou une compression.

Les contractures *a frigore* sont très fréquentes; elles sont presque toujours accompagnées d'un état inflammatoire ou

subinflammatoire. La plupart des muscles importants peuvent être atteints, et nous citerons parmi les principaux les muscles du cou (torticolis), les muscles sacro-vertébraux (lumbago), les muscles de l'épaule, le deltoïde surtout, quoi qu'il n'y ait pas de nom spécial pour désigner cette dernière variété. Il est probable que le froid agit sur la circulation, en amenant des modifications dans la contractilité des vaisseaux; mais en présence de la tuméfaction des muscles, de la douleur à la pression, de la chaleur, du malaise général, il paraît certain qu'il existe une inflammation aiguë du muscle. Comme le fait remarquer Hayem, quoiqu'on n'ait pas eu l'occasion de faire l'examen des muscles altérés, on peut penser qu'on y trouverait des lésions analogues à celles qui existent dans le rhumatisme articulaire aigu. Dans cette dernière maladie, Hayem a toujours trouvé dans les muscles voisins des jointures malades tous les caractères d'une myosite plus ou moins intense; les fibres musculaires sont rigides, gonflées et légèrement granuleuses; d'autres mêmes ont subi la métamorphose vitreuse.

On a cherché à séparer des contractures diverses formes de *rigidité musculaire*. Celles-ci consistent en raideurs musculaires, dont le malade a souvent conscience, sans que l'exploration physique révèle rien d'appréciable, mais qui deviennent très manifestes dans les formes plus prononcées. On éprouve une résistance assez considérable, lorsqu'on vient à imprimer aux membres des mouvements passifs, et l'on sent à la palpation les muscles se raidir. Selon Benedict cette raideur s'accompagne d'un épuisement rapide de l'influx nerveux, et, dans ses degrés faibles, elle est habituellement confondue avec les parésies, et lorsqu'elle est au contraire plus intense, elle peut être prise pour de la contracture. Nous ajouterons que dans ces formes de rigidité

qui sont encore assez fréquentes, non seulement les mouvements passifs sont rendus plus difficiles, mais encore les mouvements actifs ; le malade, comme nous l'avons toujours observé, a de la peine à faire contracter ses muscles, et toujours la contraction est incomplète et accompagnée d'une sensation douloureuse.

Nous ne voyons dans ces phénomènes qu'un premier état de trouble musculaire, et nous ne saisissons nullement en quoi cet état de rigidité diffère, quant à sa nature, d'une légère contracture ; c'est pour ces cas surtout qu'il est nécessaire d'employer le terme de contracturie. Évidemment ce n'est point une contracture énergique, spasmodique, ni la contracture passive avec raccourcissement et rigidité complète, mais c'est pour la fibre musculaire un état de contracture, le plus faible, il est vrai, mais qui a une grande analogie avec celui qui succède à l'état de contracture dans les courbatures. En un mot, nous ne pouvons expliquer ces phénomènes qu'en nous reportant aux actes intimes de la fibre musculaire, et en nous rappelant que le plasma musculaire tend à s'épaissir et à perdre de sa contractilité dès que sa nutrition normale est modifiée ; les variétés de forme qui se rencontrent cliniquement ne peuvent répondre qu'à une différence d'intensité pour chaque fibre ou à une différence de généralisation, toutes les fibres d'un même muscle pouvant être altérées au même degré ou séparément à des degrés divers. Les affections dans lesquelles on constate cette *rigidité musculaire* prouvent bien, comme nous le disons, que cet état dépend d'une légère altération de nutrition de la fibre musculaire, car c'est dans l'hystérie, la catalepsie, l'hypochondrie, qu'on trouve le plus fréquemment ces raideurs qui, en somme, coïncident toujours avec des modifications de l'état général, et qui entraînent surtout des

difficultés dans l'élongation de la fibre musculaire, ce qui est justement le fait caractéristique de la contracture. Nous avons également observé de ces rigidités passagères dans des cas d'anémie. Cette rigidité existe dans la paralysie agitante, et Charcot a montré que c'était même là un des symptômes les plus communs dans cette affection. Mais ici encore nous avons un premier degré d'altération musculaire, car on observe à côté de cette rigidité la lenteur des mouvements et le peu d'énergie des contractions. Au dynamomètre, nous avons toujours vu, dans ces cas, un affaiblissement considérable de la force musculaire.

Atrophies musculaires secondaires.

Atrophies de cause réflexe. — Toute lésion qui existe au voisinage des muscles amène de l'atrophie de ces muscles; mais cette atrophie est presque toujours simple. C'est ainsi qu'une fracture, une entorse, une inflammation tendineuse, etc., déterminent sûrement une atrophie plus ou moins considérable, et que lorsque l'affection principale est guérie, les derniers symptômes sont une diminution dans l'énergie musculaire.

Il n'y a presque pas de mois où nous n'ayons observé des faits analogues, et comme l'attention n'était pas attirée sur ce point, nous avons bien des fois traité et guéri rapidement des malades en électrisant les muscles de la cuisse, alors que les malades et les médecins ne se préoccupaient que d'une douleur au genou et d'une difficulté à le maintenir droit. Ce qu'il y a de curieux, c'est que les lésions en apparence les moins graves donnent lieu aux atrophies les plus compliquées, et nous sommes d'autant plus persuadé que ces atrophies sont le résultat d'une action réflexe, que nous

avons observé, avec les docteurs Labbé et Moissenet, un cas d'atrophie du droit antérieur consécutive à un névrome situé au niveau du côté interne du genou. De plus, toujours il y a à ce niveau une douleur plus ou moins grande. D'un autre côté la simple entorse donne lieu plus sûrement à une atrophie consécutive que des lésions profondes de l'articulation. C'est ainsi que l'entorse du genou, même dans les cas où il n'y a aucune affection articulaire consécutive, est toujours accompagnée d'une atrophie musculaire des muscles de la partie antérieure de la cuisse.

Cette atrophie apparaît peu de jours après l'accident, et constitue souvent le seul symptôme. Elle a lieu, en effet, dans des cas où il n'y a aucun épanchement, ni aucune inflammation de l'articulation.

La marche de cette atrophie est relativement très rapide, et elle atteint exclusivement le droit antérieur, le vaste interne, le vaste externe, et le tenseur de la synoviale du genou. Ce dernier muscle et le droit antérieur sont ceux dont l'altération est la plus marquée.

Au bout d'un mois déjà, ces muscles ont perdu de leur énergie et de leur volume.

Ils donnent à la palpation une sensation flasque, et les contractions volontaires donnent un relief moins prononcé que pour les muscles du côté opposé; c'est principalement à leur partie inférieure, au-dessus du genou, que ces symptômes sont les plus prononcés.

En général, l'atrophie est simple et la contractilité électro-musculaire, tout en étant beaucoup diminuée pour les courants induits et pour les courants continus, existe encore pour toutes les fibres musculaires. — Néanmoins, dans deux cas qui étaient, il est vrai, accompagnés de gonflement du genou, d'œdème et de parésie, l'atrophie musculaire a été

plus compliquée, et les muscles ont perdu pendant plusieurs semaines leur contractilité électrique; nous reviendrons sur l'un de ces cas, sur le plus typique.

Les muscles du mollet subissent également une atrophie considérable; mais dans les cas peu graves, cette atrophie est très légère, et disparaît presque toujours sans traitement, tandis qu'il n'en est point de même pour les muscles de la cuisse dont l'atrophie suit presque toujours une marche progressive si l'on n'intervient pas énergiquement et spécialement par les courants électriques, qui rendent dans ces cas de grands services.

Le fait intéressant de cette affection, c'est justement cette atrophie presque fatale, à la suite d'une simple entorse, alors qu'il n'y a aucune lésion appréciable. Les premiers jours, même, les malades ne s'aperçoivent d'aucune difficulté dans la marche, et ce n'est que peu à peu, qu'ils reconnaissent qu'il marchent plus difficilement et qu'ils finissent par boiter légèrement.

Il n'y a guère d'affection articulaire qui n'entraîne consécutivement l'atrophie des muscles voisins; mais comme nous le répétons, ce qui est assez inexplicable, c'est l'atrophie qui survient après les lésions les plus simples et les plus légères en apparence; ce sont celles-là qui amènent l'atrophie la plus rapide. Ainsi la simple entorse du genou est souvent bien plus dangereuse qu'une hydarthrose, ou qu'une inflammation articulaire violente. De plus, de toutes les articulations, c'est celle du genou dont le simple froissement amène le plus facilement des atrophies musculaires. Nous avons vu plusieurs personnes chez lesquelles un faux mouvement imprimé au genou avait amené, quelques jours après, une parésie complète de la jambe. C'est surtout lorsque le pied porte à vide, et qu'on cherche à le retenir brusquement, que ce phé-

nomène a lieu. Le malade ne sent rien au premier moment, si ce n'est une très légère douleur au genou, mais les jours suivants il s'aperçoit que sa jambe le porte difficilement, et que son genou fléchit. Comme la douleur persiste plus ou moins au genou, on croit souvent qu'il faut porter le traitement de ce côté. On fait mettre autour de l'articulation la plupart des révulsifs, depuis la teinture d'iode jusqu'au pointes de feu, et cependant l'amélioration n'arrive pas. C'est que la lésion est ailleurs, elle est dans les muscles de la cuisse et surtout dans le droit antérieur.

Nous avons observé plusieurs cas de ce genre, mais le plus typique est celui d'un avocat, frère de médecin, qui a été complètement paralysé de sa jambe après une simple entorse du genou.

Un jour qu'il se rendait à une gare de chemin de fer, au moment de descendre rapidement de voiture, il s'aperçut que son pied allait être pris entre la roue et le trottoir et il fit un mouvement rapide et brusque pour relever sa jambe. Il sentit à ce moment une légère douleur au genou, mais il put continuer à marcher; il alla à la campagne, revint à Paris le lendemain, et pendant quelque temps il ne ressentit qu'une grande gêne dans la marche, une difficulté assez marquée pour s'appuyer sur cette jambe, et un peu de douleur au genou. On mit un vésicatoire sur le genou, mais le mal empira, la jambe enfla, et il fut obligé de gardé le lit. Nous ne le vîmes que plusieurs mois après l'accident, ayant à cette époque une paralysie complète de la jambe, et ne pouvant se soutenir que sur des béquilles.

Les muscles de la région antérieure externe de la cuisse étaient complètement atrophiés et ne répondaient à aucune excitation électrique, soit par les courants continus, soit par les courants induits. Peu à peu, à la suite d'un traitement

par les courants continus, appliqués le long des nerfs paralysés, en mettant le pôle positif sur la colonne vertébrale, il survint un peu de contractilité galvano-musculaire, et l'atrophie se dissipa au fur et à mesure que cette contractilité reparaissait. Bientôt la contractilité volontaire existait très nette, et le malade pouvait s'appuyer sur sa jambe, en étant légèrement soutenu; mais même à ce moment, il nous fut impossible d'obtenir la moindre contraction des muscles qui avaient été les plus profondément atteints avec les courants induits ordinaires. C'était le premier cas que nous voyions où la contractilité volontaire était revenue, où la contractilité galvano-musculaire existait quoique assez faible, et où la contractilité farado-musculaire était anéantie ou du moins semblait anéantie. Nous n'avions, jusqu'à cette observation, qu'à grand'peine accepté les propositions de Duchenne (de Boulogne), sur la disparition de la contractilité électro-musculaire, alors que la contractilité volontaire était revenue. Il nous semblait que cela fût impossible, et malgré le talent remarquable d'observation de Duchenne (de Boulogne), nous doutions de l'exactitude de pareils faits. Aussi, ce fut avec soin que nous examinâmes à plusieurs reprises la contractilité électro-musculaire chez ce malade, et toujours nous pûmes contaster que les courants continus déterminaient une légère contraction, ayant un caractère tout particulier de lenteur, mais que nous n'obtenions pas le moindre raccoucissement avec les courants des *appareils induits ordinaires*.

C'est alors que nous eûmes l'idée d'employer des courants induits isolés, à intermittences rares et très énergiques, et aussitôt nous pûmes constater que nous obtenions chaque fois un frémissement musculaire et dans les premiers temps une vraie contraction. Les courants induits agissaient donc

sur ces muscles qui se contractaient mal il est vrai, mais qui se contractaient par la volonté; seulement il fallait se mettre dans des conditions toutes spéciales, à cause de l'altération profonde de ces muscles; mais dans tous les cas, le principe physiologique était sauvé.

Cette contraction par les courants induits est assez fugace et, au bout de quelques excitations, le muscle reste immobile, et il faut attendre quelques minutes pour qu'on puisse de nouveau obtenir une contraction apparente.

Lorsqu'on analyse bien leurs mouvements de locomotion on reconnaît qu'ils se trouvent gênés au moment où le pied, après s'être posé à plat sur le sol, s'élève de terre, moment pendant lequel les muscles de la cuisse redressent la jambe et maintiennent la rotule immobile. C'est également dans la descente des escaliers, et dans le même effort que la marche devient plus difficile.

Les professeurs Le Fort et Verneuil et leurs élèves Valtat et Christin ont insisté sur les atrophies qui surviennent à la suite des affections articulaires du genou, et ils ont considéré surtout l'hydarthrose comme exerçant l'influence la plus considérable sur la nutrition des muscles. Mais de toutes les affections des articulations, nous ne pouvons assez y insister, ce sont les plus insignifiantes en apparence qui déterminent les paralysies les plus étendues et les plus rapides, et c'est à vrai dire l'entorse qui est l'affection la plus importante sous ce rapport. Comme nous l'avons dit plus haut cette atrophie est accompagnée d'une douleur plus ou moins vive et persistante du côté interne du genou, et qui augmente la difficulté dans la marche. Nous insistons tout spécialement sur cette douleur qui est localisée presque toujours au niveau de l'articulation et du côté interne du genou. Elle existe dans tous les cas d'atrophie à marche

rapide, et aussi longtemps qu'elle persiste, il est presque impossible d'obtenir une guérison durable.

— Il y a également une loi incontestable pour ces différentes atrophies : elles ont toujours lieu dans les *muscles extenseurs qui sont situés au-dessus de l'articulation.* Pour l'entorse de la cheville, ou pour toute autre affection de l'articulation tibio-tarsienne, l'atrophie et la parésie ont lieu dans les muscles de la région externe et antérieure, c'est-à-dire pour les mucles qui jouent le rôle d'extenseurs du pied et des orteils; pour la cuisse, au muscle droit antérieur; pour la hanche, aux fessiers.

Nous ferons de suite remarquer que pour les mucles fessiers, on ne les examine pas en général suffisamment et que très souvent on ne s'aperçoit pas de leur atrophie alors qu'elle est la vraie cause de la claudication ou de la faiblesse de la jambe. Nous avons, dans une communication faite il y a plusieurs années à la Société de médecine, montré plusieurs exemples où la difficulté dans la marche provenait uniquement de l'atrophie des muscles fessiers, atrophie que plusieurs médecins et nous-même nous avions longtemps méconnue.

Pour les membres supérieurs, ce sont les mêmes groupes de muscles qui subissent l'influence pathologique. Pour l'avant-bras ce sont les muscles extenseurs; pour le bras, le triceps, et pour toutes les affections scapulo-humérales, le deltoïde.

Ce sont aussi ces mêmes muscles qui reviennent le plus difficilement à l'état normal et l'on voit que dans les affection dépendant d'intoxication, ou de faiblesse générale, on retrouve cette même loi.

— Il y aurait beaucoup à dire sur toutes les affections où l'atrophie musculaire intervient; nous en laissons forcé-

ment de côté, pour nous étendre plus longuement sur les cas essentiellement pratiques où ces altérations jouent un rôle considérable, et doivent à notre avis être la base de toutes les recherches et surtout des applications thérapeutiques. Nous voulons parler de la grande classe des affections qui rentrent dans ce qu'on a appelé l'orthopédie.

Considérations orthopédiques sur les déformations des membres inférieurs consécutives aux affections musculaires.

Empreintes de la plante du pied. — Méthode graphique. — Nous ne voulons pas étudier la physiologie de la marche, cela nous entraînerait bien loin; mais il importe, pour bien nous rendre compte de l'action des différents muscles du pied, que nous sachions le rôle qui revient à chacun d'eux dans les temps successifs de la station et de la marche.

Nous prendrons pour base de cette étude la surface motrice qui est en contact avec le sol; cela nous permettra ainsi d'avoir des points de repère anatomiques, et de plus, ce qui a bien son importance clinique, d'enregistrer pour ainsi dire graphiquement les déformations spéciales à chaque portion du pied.

La plante du pied, en reposant sur le sol, n'est point en contact direct dans toute l'étendue de sa surface, et, si l'on mouille le pied et qu'on l'applique à nu sur une surface plane quelconque on remarque que l'empreinte du pied est représentée en arrière par une partie arrondie plus ou moins oblongue, qui correspond au talon, et en avant par une surface irrégulière qui correspond aux orteils; entre ces deux contacts, il y a toute la partie intermédiaire de la plante du pied qui ne touche pas le sol et qui correspond à l'arcade plantaire.

Or la forme de ce contact du pied avec le sol varie dans une masse de cas; dès qu'il y a une affection du pied, l'empreinte est modifiée, et presque toujours elle est modifiée selon une loi fixe et typique pour chaque affection.

C'est dans ce but que nous nous sommes efforcés de prendre cette empreinte le plus facilement possible et en même temps de pouvoir la conserver indéfiniment. Pour cela, le meilleur procédé que nous ayons trouvé et que nous avons signalé dès 1876 consiste à faire poser le pied sur une feuille de papier noirci au noir de fumée[1].

En comparant les diverses empreintes de la plante du

1. Le procédé est très simple et ressemble à celui que l'on emploie chaque fois que l'on veut enregistrer un phénomène avec la méthode graphique. Nous n'indiquerons qu'une légère modification : comme le papier doit rester droit et qu'il doit avoir souvent une grande surface il faut choisir un papier un peu fort et le placer sur un corps froid, afin que la chaleur dégagée par la flamme ne détermine aucune calcination, ce qui rendrait l'empreinte moins nette. Pour fournir le noir de fumée, nous employons de préférence une mèche imbibée d'essence de térébenthine, et pour fixer l'empreinte, au lieu de vernis à l'alcool que nous laissions couler sur la surface noircie, nous nous trouvons infiniment mieux du fixatif à fusain, que nous étendons *par derrière*, au moyen d'un pinceau. Ce fixatif agit ainsi suffisamment pour que l'empreinte reste bien nette et très exacte et de plus le papier garde sa souplesse et ne devient pas cassant comme cela a lieu avec le fixatif à l'alcool. Les points les plus blancs indiquent les parties où le contact a été le plus énergique, et tout les détails de la plante du pied sont ainsi admirablement reproduits. Les dessins faits d'après ces empreintes ne peuvent malheureusement rendre aussi nettement les variétés d'aspect des diverses plantes de pied, mais ils donnent cependant l'aspect général, et, tels quels, ils montrent encore des différences très accusées selon l'affection.

Gilles de la Tourette et A. Lande ont employé (Société de biologie, octobre 188?), le procédé de Neugebauer, qui consiste à mettre sur la plante des pieds du sesquioxyde de fer.

Dans une thèse très intéressante soutenue devant la Faculté de Nancy sur ce même sujet (*Les variations de forme normales et pathologiques de la plante du pied, étudiée par la méthode graphique*, 1880), M. le Dr Rohmer a étudié par notre procédé les variations de forme de la plante du pied, en ayant surtout recours à l'expérimentation sur le cadavre. Il rappelle dans la partie historique que, dans le *Traité de chirurgie générale et spéciale* rédigé par Pitha et Billroth, Volkmann a essayé de reproduire les empreintes du pied plat, en faisant poser sur du papier à filtrer la plante du pied préalablement barbouillée de noir de fumée. Les médecins légistes se sont également occupés de cette question; mais le but est inverse, car il s'agit de reconstituer le pied dont on découvre l'empreinte. Cependant l'un de ces procédés, celui du Dr Claussé qui consiste à imprégner le sol de sang défibriné et à y appuyer les pieds, a peut-être une certaine analogie avec notre procédé. Ce dernier, dans tous les cas, est bien plus simple et à la disposition de tout le monde.

pied, on trouve d'abord deux types principaux, les pieds plats et les pieds cambrés et chacun de ces types présente à son tour un grand nombre de variétés. De plus, souvent l'empreinte indique une configuration du pied tout autre que celle que l'on suppose à la vue, et c'est surtout pour ces cas que la méthode graphique est du plus grand secours. Mais avant d'étudier ces types en particulier, nous croyons utile de bien préciser, avant tout, l'usage des différentes parties de la plante du pied.

Ce n'est pas seulement anatomiquement, mais bien encore fonctionnellement, que l'on doit diviser la plante du pied en deux parties très distinctes : 1° le talon; 2° l'avant-pied, ou talon antérieur selon l'expression de Duchenne de Boulogne; chacune de ces parties a en effet un rôle différent.

Au premier moment où le pied repose sur le sol, les orteils n'ont qu'un rôle secondaire, et tout le poids du corps porte sur le talon. Mais, lorsque le mouvement de progression continue et que le talon s'élève, le poids du corps repose en entier sur les orteils et sur les articulations métatarsiennes. Le premier point de contact le plus énergique est le talon ; le second est l'avant-pied, et celui-ci, qu'on a souvent négligé, est des plus importants. De plus, avant que la plante du pied soit en contact avec le sol, les muscles ou mieux certains muscles de la plante ont déjà dû intervenir, pour faciliter et régulariser ce contact avec le sol.

Aussi, en décomposant les différents mouvements du pied au moment de la marche, on voit que le pied qui va se poser sur le sol est, en premier lieu, relevé par sa pointe avant tout contact avec le sol; deuxièmement, qu'il arrive en contact avec le sol par le talon et par la partie antérieure du pied, celle-ci s'étalant et servant, surtout en cet instant, à maintenir l'équilibre; troisièmement, après les deux actes

précédents, le talon se relève et le pied roule pour ainsi dire sur le sol, en venant s'appuyer en dernier lieu sur l'extrémité des orteils.

Ces deux derniers mouvements forment les deux temps classiques de la station, car on est convenu d'admettre deux temps pour la marche, le premier où le corps appuie sur le talon, et le second où le corps s'enlève sur l'avant-pied. Pour ne pas mettre de confusion dans les démonstrations et ne pas innover sans raison absolue, nous conserverons la classification admise; mais nous croyons utile de faire observer qu'il y a trois temps, car il faut bien séparer le moment si important où les muscles antérieurs relèvent la pointe du pied avant tout contact avec le sol, et qui est à vrai dire le premier temps de la marche. Pour le distinguer des deux autres temps de la station, nous lui donnons le nom de mouvement préparatoire.

Mouvement préparatoire. — La pointe du pied est relevée, avant de toucher le sol, par le jambier antérieur et les extenseurs des orteils; ce mouvement empêche le pied de butter et permet au talon, qui doit porter tout le poids du corps, de s'appliquer aisément sur le sol. Aussi, dès que pour une cause quelconque il y a une faiblesse dans les muscles, la marche est plus difficile, plus pénible, et l'on *butte*. La pointe du pied vient heurter contre le moindre obstacle, et, comme on le remarque surtout chez les enfants affaiblis, c'est à ce moment qu'ils s'embarrassent dans leur marche et qu'ils risquent de tomber. Cette action n'est qu'un mouvement préparatoire de la station, mais il a pour la marche une influence aussi considérable que les deux mouvements suivants, et cela d'autant plus qu'il est exécuté par les muscles jambiers, les extenseurs des orteils et les péroniers antérieurs et que ce sont ces muscles qui sont

toujours les premiers atteints dans les cas de faiblesse générale. Lorsqu'ils sont affaiblis ou paralysés ils laissent retomber la pointe du pied et rendent ainsi la marche difficile et chancelante.

Lorsqu'on marche sur un sol mobile, dans le sable par exemple, ce premier mouvement devient difficile même pour les personnes vigoureuses. C'est sans doute pour cette raison que les Égyptiens avaient adopté une chaussure dont l'extrémité était relevée par deux bandelettes.

Premier temps de la station. — Le talon se met énergiquement en contact avec le sol, et à ce moment, comme le démontrent les empreintes que nous avons prises en ne faisant que poser le pied sur le papier, sans déterminer le roulement, on voit que l'empreinte la plus blanche (ce qui indique l'absence de contact avec le sol) se trouve au milieu de l'ovale formé par le talon au moins en prenant pour types les empreintes de pied fortement cambré (fig. 163). C'est en effet sur le talon que porte alors le poids du corps, et l'avant-pied ou pilier antérieur est utile surtout en ce moment pour maintenir l'équilibre.

Aussi il s'étale largement et repose presque également sur tous ces points. Cependant deux points paraissent même à cet instant être plus nettement en contact, c'est la portion qui correspond au quatrième métatarse, et la portion qui est formée par la masse fibro-graisseuse qui tapisse la tête du gros orteil. Ce dernier point, qui sur toutes les empreintes des plantes du pied est toujours très franchement indiqué, est celui que M. Verneuil désigne sous le nom de pilier accessoire ou talon accessoire.

M. Nepveu (*De quelques conséquences de l'extension forcée et permanente des orteils*, in *Archives générales de médecine*, janvier 1880) croit que deux renflements servent

de support à la partie antérieure de la voûte, et que ces deux supports sont l'articulation métatarso-phalangienne du gros orteil et l'extrémité antérieure du bord externe du pied. Cette opinion, qui paraît très juste à première vue, est erronée en partie, car il est très rare de trouver sur les empreintes normales un contact marqué du sol avec l'extrémité antérieure du bord externe du pied; en effet, comme



Fig. 163.

nous l'avons indiqué plus haut, c'est surtout la partie correspondante au quatrième métatarse qui sert de support de ce côté; le bord externe n'est que légèrement en contact lorsque le pied se pose sur le sol, et ce n'est que plus tard que les points de contact s'accentuent et cela au moment où le corps s'enlève sur la pointe du pied. Au premier temps, c'est-à-dire au premier contact du pied avec le sol, le talon

joue le rôle principal, et selon les affections son empreinte subit des variations que nous allons passer en revue.

Différences dans l'empreinte du talon. — Le talon normal, pour un pied fortement cambré, détermine une empreinte presque régulièrement ovale, à grand diamètre dirigé verticalement ; on dirait la projection d'un œuf de poule. A mesure que le pied est moins cambré, c'est-à-dire que la séparation entre les deux voûtes est moins tranchée et moins profonde, le talon a une surface plus étendue à la fois dans tous les sens, mais surtout en longueur : dans ces cas, presque toujours les deux arcades se rejoignent par le bord externe. Il faut d'ailleurs que le pied soit bien cambré pour qu'il y ait un espace complètement vide entre l'arcade antérieure et le talon, et l'on ne peut pas considérer comme un pied plat ou un pied malade celui qui a une ligne continue du talon au petit orteil ; chez les personnes d'un certain âge, cela est dans tous les cas constant et normal. Il n'y a de déformation réelle que lorsque la ligne du côté interne est continue ; cette continuité est en outre très rare, car presque toujours il y a une légère échancrure qui indique que cette partie de la voûte plantaire ne touche point au sol.

L'aspect du talon varie selon les affections de la jambe. A contours nets, et placé à peu près au milieu d'une ligne rejoignant la partie médiane de l'avant-pied (fig. 163), il prend peu à peu, pour les pieds moins cambrés, l'aspect d'une massue, et se dévie de plus en plus du côté externe, au point que, dans certains cas, il paraît être le manche d'une hache, dont la partie correspondant au gros orteil formerait le tranchant (fig. 164). Ce caractère existe surtout lorsqu'il y a contracture des muscles de la jambe, et c'est presque un signe distinctif des déformations du pied à la suite d'af-

fections du système cérébral (contractures à la suite de méningite, d'encéphalite, d'hydrocéphalie, etc.).

Dans les cas où des lésions chroniques cérébrales ont amené un pied bot équin, le talon ne repose même pas sur le sol, et ce n'est qu'à mesure que la contracture diminue, que peu à peu on voit le talon toucher le sol, où il laisse comme une empreinte d'une surface triangulaire dont la voûte antérieure formerait la base.

Dans les paralysies et les atrophies des muscles de la jambe, l'aspect du talon varie selon la localisation de



Fig. 164.

l'affection. Dans le pied bot valgus ordinaire, qui survient à la suite de faiblesse générale, le talon est large et n'a que des limites mal définies. Ces derniers caractères sont analogues, mais moins tranchés pour les pieds plats à la suite de fatigue de la jambe (lorsqu'une seule jambe est saine et que l'autre est paralysée).

Dans la paralysie des muscles jambiers et des péroniers, le talon est pointu et beaucoup plus étroit qu'à l'état normal. Il est au contraire élargi dans la paralysie des muscles du tendon d'Achille. Ainsi, pour une enfant atteinte de paralysie atrophique de l'enfance et chez laquelle pour chaque

jambe un groupe musculaire différent était atteint, le talon de la jambe, dont les péroniers sont atrophiés, n'a que 30 centimètres de large, tandis qu'il a 35 centimètres pour le talon où les muscles de la région postérieure sont atrophiés (fig. 165 et 166).

Dans la contracture violente des jambiers, qui relève absolument l'avant-pied, affection rare, mais que nous avons eu l'occasion d'observer deux fois, le talon n'est en contact



Fig. 165.



Fig. 166.

qu'avec la partie la plus postérieure, et l'ovale régulier qui est formé à l'état normal n'existe plus que pour la moitié postérieure. La partie antérieure de cet ovale est flou, et le corps porte beaucoup plus en arrière qu'à l'état normal.

Deuxième temps de la station. — Le dernier temps de la marche est celui où le talon s'élève et où tout le poids du corps porte sur les orteils et sur les articulations métatar-

siennes; c'est le vrai mouvement de progression, celui qui fait avancer le corps.

La marche n'est pas, comme on l'a dit, une série de sauts ou de légères chutes, mais un vrai roulement; la plante du pied présente successivement au sol ses parties postérieures et antérieures, comme le ferait un segment de roue. La marche la moins fatigante et aussi la plus gracieuse est celle où le pied ne pose presque jamais à plat sur le sol et où dans le dernier temps de la marche le mouvement de roulement a lieu jusqu'aux extrémités des orteils. C'est sur ce point (sur lequel on n'a jamais assez insisté) que nous



Fig. 167.



Fig. 168.

voulons attirer l'attention et préciser les faits mis en lumière par notre procédé d'empreinte.

En premier lieu, le pied, au moins dans les chaussures, avance un peu (aussi est-il nécessaire que les chaussures soient un peu plus longues que la longueur réelle du pied), puis les orteils se resserrent. Sur un pied bien normal et bien cambré qui nous a servi de type, il y a pour la partie correspondante ou métatarsienne une différence de 1 millimètre à 1 millimètre et demi en faveur de l'empreinte du premier temps (fig. 167 et 168) [1]. Entre le gros orteil et

1. Ces figures sont prises chez un homme bon marcheur dont les muscles de la jambe sont des plus puissants et dont le pied est très cambré; elles sont la meil-

le quatrième orteil, la différence est bien plus grande, car elle est de 3 à 4 millimètres.

La masse plantaire *se resserre* instinctivement; nous cherchons à diminuer les points en contact avec le sol, ce qui donne aux efforts musculaires la meilleure résultante; car, comme pour la roue en mécanique, la surface en contact avec le plan est ainsi réduite au minimum.

La dernière pression sur le sol a lieu au moyen des extrémités des orteils, et pendant un moment très court on a presque la position des danseuses, c'est-à-dire que tout le poids du corps porte sur les orteils. La marche normale doit, en effet, se terminer par ce dernier temps, pendant lequel a lieu le resserrement de la masse plantaire, par l'action énergique des muscles du pied et surtout par l'action du long péronier latéral. La totalité des nombreuses articulations métatarsiennes devient ainsi à la fois ferme et élastique, ce qui permet à ces parties de soutenir le poids du corps, en même temps qu'elles cèdent légèrement pour exercer une pression ascendante.

Cette position est bien le moment critique de la marche, c'est celui où les diverses déformations se produisent et celui où, lorsqu'elles sont produites, la locomotion est la plus défectueuse et souvent même douloureuse.

L'anatomie comparée, de même que la physiologie de la marche chez les différents mammifères, nous indique encore l'importance de ce temps et de l'influence des muscles des

leure preuve du resserrement de l'avant-pied pendant le dernier temps de la marche, contrairement à ce qui a été soutenu, même par M. Pettigrew. Nous ajouterons que ce resserrement, dans ce cas, est loin d'être exceptionnel, et que nous le donnons comme la représentation de ce qui se passe normalement. Si nous avions voulu choisir un cas où ce resserrement est encore plus marqué et atteint ses limites extrêmes, nous aurions fait dessiner l'empreinte obtenue dans ces conditions, par un pied de danseur de profession. Dans ces cas en effet le resserrement est encore plus prononcé.

os et des articulations qui terminent les extrémités inférieures. Pour en faire comprendre la valeur, il suffit de rappeler que les animaux les mieux doués pour la marche, le cheval, le cerf, l'autruche, etc., marchent constamment sur le métatarse.

L'anatomie comparée de l'autruche nous fournit des indications plus précises. Chez cet animal où les parties osseuses sont le plus favorablement disposées pour la vitesse, nous devons trouver les conditions typiques, telles que petite surface en contact avec le sol, os tarso-métatarsien long, oblique et élastique. Le pied, en effet, ne se compose que de trois doigts articulés qui s'étendent quand le poids du corps porte sur eux; ils sont armés d'ongles courts, puissants, dont les extrémités s'avancent inférieurement pour protéger les doigts et donner de l'élasticité au pied quittant le sol. « L'élasticité et la flexibilité du pied, dit Pettigrew, contribuent grandement à la rapidité du mouvement qui rend cet oiseau fameux. Les membres de l'autruche, avec ses grands os disposés très obliquement pour former un système de puissants leviers, sont la véritable personnification de la vitesse. »

A côté de l'autruche, il faut placer le cheval et le cerf qui ont également une vitesse très grande; mais, chez eux, le poids du corps est plus considérable, et une partie des surfaces motrices doit servir à soutenir le corps. Pour ces animaux, il y a pour ainsi dire un dédoublement des surfaces motrices, les unes servant à recevoir le poids du corps, et les autres servant à la progression [1].

En comparant le squelette du cheval à celui de l'homme

1. Quand l'autruche court, ses ailes servent en grande partie à porter son corps; c'est-à-dire qu'elle peut employer toute la force de ses pieds pour imprimer la vitesse.

(fig. 169), on voit, comme pour l'autruche et le cerf, que ce qu'on appelle souvent le genou chez ces animaux ne corres-

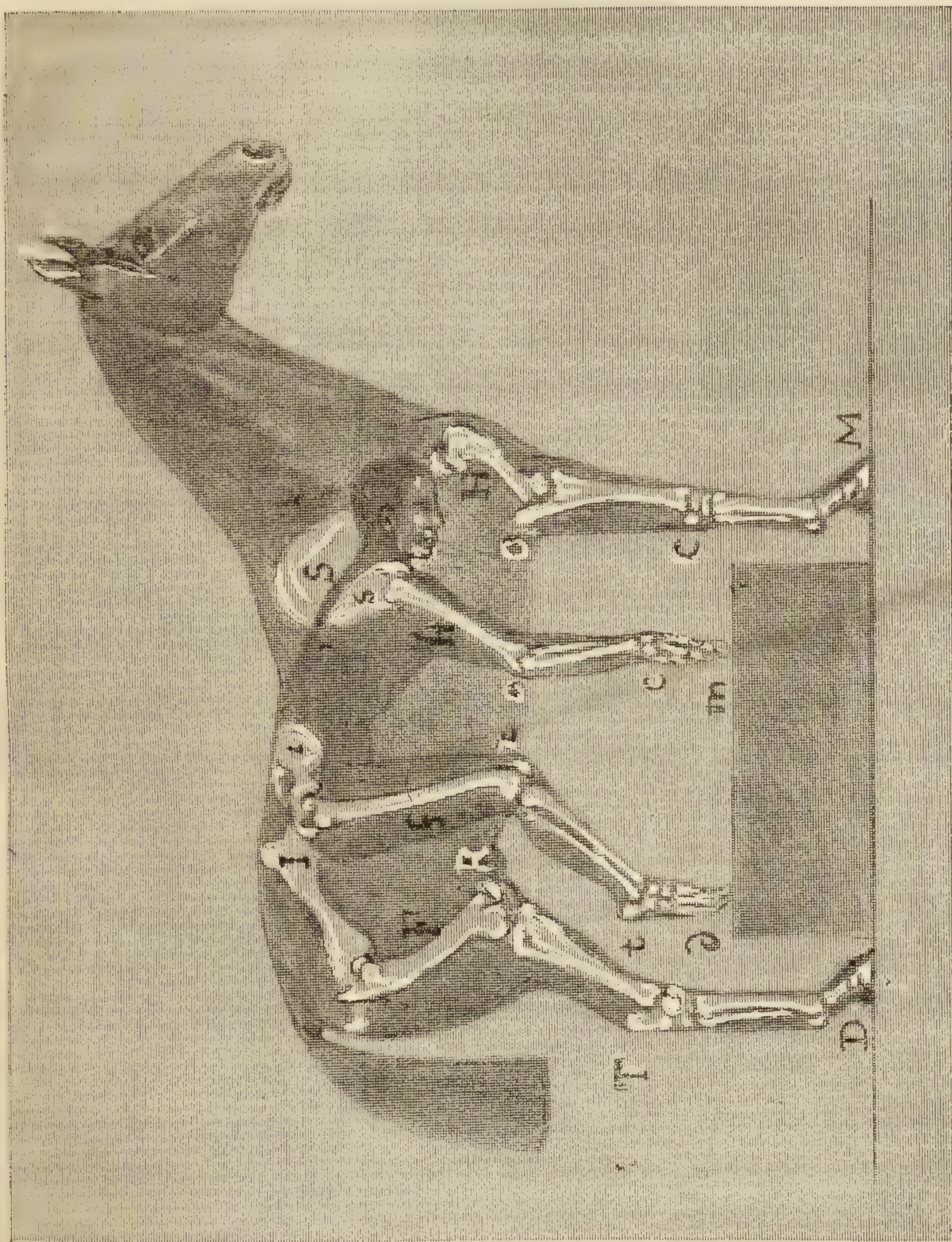


Fig. 169.

pond nullement au genou de l'homme mais bien à l'articulation tibio-tarsienne, et que c'est bien avec le pied cambré que l'analogie de l'angle formé dans le tarse avec le tibia et

le péroné est la plus grande. Ainsi dans la figure ci-jointe on se rend parfaitement compte de ces dispositions du squelette. Le talon de l'homme correspond à ce que l'on croit presque toujours être le genou du cheval; celui-ci au contraire se trouve placé à la naissance de la jambe (R est la rotule chez le cheval, *r* la rotule chez l'homme); de même pour les membres antérieurs : l'humérus H du cheval se trouve dans le corps de l'animal, et le genou du membre antérieur correspond au poignet C; le sabot du cheval M correspond au medius *m*. On peut dire que le cheval marche sur les parties qui constituent l'avant-pied chez l'homme.

Nous croyons que l'on doit concevoir le rôle des membres antérieurs et postérieurs, chez ces animaux, de la façon suivante : les membres antérieurs servent à soutenir le poids du corps, tandis que les membres postérieurs servent à la progression; la fonction est ainsi partagée comme pour l'homme, entre le talon et l'avant-pied, le talon correspondant aux membres antérieurs, et l'avant-pied aux membres postérieurs.

L'observation de tous les cavaliers vient confirmer cette manière de voir; il est reconnu que la force dépend des jambes antérieures; c'est en effet sur elles qu'on fait porter les poids que l'animal doit déplacer ou traîner. Les jambes postérieures servent au contraire à donner la vitesse à l'animal; c'est le train de derrière, comme on dit vulgairement, qui enlève le cheval.

Nous retrouvons de plus, ici, les différences anatomiques qui existent chez l'homme entre les points en contact avec le sol. Le colonel Duhousset, en effet, a insisté sur la différence de la forme du sabot entre les membres antérieurs et les jambes postérieures.

La trace ou le dessous du pied non ferré donne une

circonférence comme limite, pour celui de devant, dans laquelle s'inscrirait le pied de derrière, formant un angle arrondi à la pince.

Expliquons cette différence dans la forme. Les membres postérieurs sont les principaux agents de l'impulsion qu'ils transmettent de bas en haut directement au tronc, par leur mode d'union avec le rachis, et avec d'autant plus de vigueur qu'ils sont engagés sous la masse avec la disposition anguleuse la plus fermée. La forme pointue est évidemment celle qui réunit la force impulsive la plus grande; on en constate l'énergie par la profondeur de l'empreinte; orsque la détente extrême se produit, le rôle du pied de devant est de réagir; dans ce but, ceux-ci l'unissent à la poitrine par de fortes suspensions élastiques et molles; aussi le pied n'arrive à terre qu'atténué par la souplesse du paturon et en s'exerçant par de nombreux points de contact sur une large surface arrondie. Rien qu'à l'inspection des empreintes des sabots, on peut donc conclure que les jambes de derrière servent à la propulsion, et chose curieuse, il y a une certaine analogie de figure entre le talon et le sabot antérieur d'une part, et d'autre part entre l'avant-pied et le sabot des jambes postérieures.

Les extrémités postérieures des animaux carnassiers (lion, tigre) sont également différentes de leurs extrémités antérieures; les os y sont plus longs et inclinés plus obliquement l'un sur l'autre, ce qui leur donne plus de puissance et d'élasticité pour sauter. Ici encore, les extrémités postérieures peuvent être assimilées à l'avant-pied chez l'homme.

Cette étude d'anatomie et de physiologie comparée nous montre que les membres antérieurs des animaux remarquables par leur vitesse ont beaucoup d'analogie avec le

talon, tandis que les membres de derrière correspondent à l'avant-pied de l'homme. Ces deux parties de la plante du pied ont un rôle différent et qui est analogue aux rôles des membres antérieurs et des membres postérieurs du quadrupède.

Dans tous les cas, et c'est le fait sur lequel nous tenons à insister, c'est l'avant-pied qui, chez l'homme, correspond aux organes qui donnent la force impulsive chez les animaux remarquables par leur vitesse et leur légèreté.

En exagérant à ce point de vue notre pensée, nous dirons que l'homme devrait surtout marcher sur la pointe des pieds. C'est dans cette position que les os de la jambe sont le plus obliques et forment un angle ouvert qui existe dans le squelette du cerf, de l'autruche, du cheval (fig. 170 et 171), et qui est d'autant plus marqué que l'animal est plus agile dans la course et dans le saut. Dans tous les cas, tout le monde peut se rendre compte facilement de l'énorme différence, au point de vue de l'aisance et de la vitesse, entre la marche exclusive sur les talons et celle sur la pointe des pieds. Dans le premier cas, le corps est raide et n'avance que péniblement, dans le second cas il y a une légèreté que les arts recherchent.

Aussi, si ce n'était la nécessité de soutenir le poids du corps, on pourrait dire que la position idéale du pied pour faciliter la vitesse serait d'être constamment sur la pointe des pieds. C'est d'ailleurs, à peu de chose près, ce qui a lieu dans la course et dans les danses rapides.

Les danses nationales, la gigue anglaise, la danse des Cosaques, etc., qui se font sur le talon, sont bien moins gracieuses que les danses où le corps porte sur la pointe du pied. C'est même ce qui caractérise les bons danseurs, et, dans cet art, il est important que l'artiste sache utiliser

l'admirable mécanisme du pied, qu'il sache tirer avantage de l'élasticité de cette série de petits os qui forment le tarse et le métatarse et qui, pour cet usage, sont unis entre eux par de nombreuses articulations. Au moment où le danseur s'élance, il faut qu'il se porte d'abord sur les os du métatarse et au moment où il retombe, il faut qu'il vienne toucher le sol en premier lieu par ces même os, qui dans ce mouvement cèdent un peu et font comme rebondir tout le corps. Aussi pour ces exercices, surtout pour leur donner de la grâce et de la légèreté, les muscles les plus importants sont ceux qui agissent sur l'avant-pied, principalement le long péronier latéral, le court péronier latéral et le fléchisseur propre du gros orteil.

Cette digression dans le domaine de l'anatomie et de la physiologie comparée nous montre, mieux que toutes les théories, l'importance physiologique de l'avant-pied. C'est dans cette partie, composée d'une série de petits os, de ligaments puissants et de muscles à directions variées, que se passent les phénomènes les plus importants de la marche. A l'exception du triceps sural, c'est en effet dans cette partie du pied qu'aboutissent les tendons de tous les muscles de la jambe; c'est cette portion du pied qui perd toute flexibilité dès qu'il y a la plus légère affection des divers éléments organiques, et par conséquent c'est elle que nous devons surtout étudier, au point de vue de l'action musculaire.

Action des muscles de la jambe. — Il y a deux mouvements importants dans le pied ou, à vrai dire, il n'y a que ces deux mouvements, celui d'élévation et celui de flexion. Celui qui débute est le mouvement d'élévation qui se produit principalement par le jambier antérieur et par les exten-

seurs des orteils; puis presque aussitôt, pour le second mouvement, interviennent les muscles du tendon d'Achille et ceux de l'avant-pied, les premiers pour soulever le talon, les autres pour affermir et tasser le métatarse. C'est en ce moment surtout qu'agissent les premiers latéraux, le jambier postérieur, les fléchisseurs des orteils, etc., et tous ces muscles concourent au même but, à savoir : bien maintenir le poids du corps sur l'avant-pied. Les muscles de la jambe forment ainsi un cycle musculaire extenseur et fléchisseur, enveloppant les extrémités osseuses, qui sont légèrement tordues et qui fournissent des surfaces articulaires qui réfléchissent les mouvements. Les principaux muscles sont droits; mais d'autres ont un tendon dirigé obliquement et qui se réflète comme sur une poulie, de manière à compléter le cycle.

Rien ne prouve mieux que cette disposition combien est fausse l'idée qu'on se fait d'ordinaire de l'action des masses musculaires, et cela surtout à cause de la dénomination de muscles antagonistes. Il est certain que certains muscles déterminent un mouvement opposé à un autre; mais, physiologiquement, *tous les muscles d'un même membre concourent aux mouvements normaux, et, sous ce rapport, on peut dire qu'il n'y a pas de muscles antagonistes.* La nature n'a pas opposé une action à une autre, car cela eût été une perte de travail, et normalement nulle part dans l'organisme il n'y a perte de travail. L'exemple qui nous avait le plus frappé sous ce rapport est la faiblesse de tous les mouvements d'un membre, lorsque des muscles soi-disant antagonistes sont paralysés. Ainsi, dans une parésie simple et limitée aux muscles extenseurs de l'avant-bras, non seulement les mouvements, mais la force des muscles fléchisseurs mesurée au dyanamomètre est beaucoup diminuée. Cette

diminution nous avait toujours paru étrange, car elle ne dépend pas seulement, comme on l'a dit, d'un manque de point d'appui pour les muscles fléchisseurs; elle existe en effet encore, même lorsqu'on donne à ces muscles un point d'appui. Aussi cette diminution de force ne peut réellement être expliquée avec les théories qui sont enseignées partout sur les mouvements des membres et sur l'action des différents groupes musculaires.

La lecture des travaux de M. Pettigrew nous a rendu le grand service de nous faire comprendre beaucoup mieux ces mécanismes, et nous dirions volontiers la philosophie générale des actions musculaires. Nous avions comme le sentiment de l'erreur des théories acceptées, et c'est avec plaisir que nous avons trouvé dans ces écrits la confirmation de notre manière de voir et de plus l'explication physiologique et mécanique des mouvements musculaires. Nous citerons textuellement les lignes suivantes de M. Bell Pettigrew :

« Jusqu'à ce jour, et d'un commun consentement, on a cru que chaque fois qu'un muscle fléchisseur est situé sur un côté d'un membre et son extenseur correspondant de l'autre côté, ces deux muscles doivent être opposés et antagonistes. Cette croyance est fondée sur ce que je regarde comme une présomption erronée : c'est-à-dire que les muscles n'ont que le pouvoir de raccourcir, et que quand un muscle, par exemple le fléchisseur, se raccourcit, il doit tirer et forcément allonger l'extenseur correspondant, et inversement. Ce serait une simple perte de force. La nature ne travaille jamais contre elle-même. Il y a de bonnes raisons pour croire *qu'il n'y a rien de semblable à un antagonisme dans les mouvements musculaires*, les divers muscles connus comme fléchisseurs et extenseurs, abducteurs et adducteurs, pronateurs et supinateurs, étant simplement

corrélatifs. Les muscles, quand ils agissent, opèrent sur les os ou quelque chose de différent d'eux-mêmes, et non les uns sur les autres. Les muscles se replient autour des extrémités et du tronc des animaux dans le but d'opérer en masses. Pour cela, ils sont disposés en *cycles*, et c'est ainsi que se forment les cycles extenseurs et fléchisseurs, les cycles abducteurs et adducteurs, les cycles pronateurs et supinateurs. C'est dans ces cycles musculaires que sont placés les os ou autres substances à mouvoir. Ces cycles

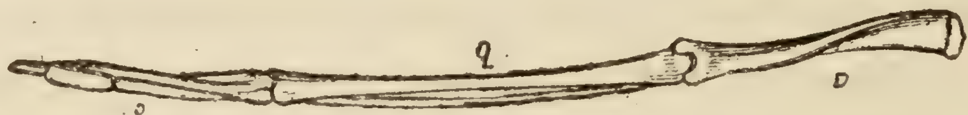


Fig. 170.



Fig. 171.



Fig. 172.

sont placés dans toute sorte d'obliquité et même à angles droits, l'un par rapport à l'autre; mais ils sont toujours disposés dans le corps et les membres des animaux de telle sorte qu'ils agissent constamment avec accord et harmonie.

« Il y a dans les animaux très peu de mouvements simples, c'est-à-dire de mouvements ayant lieu dans un même plan et produits par l'action de deux muscles. La locomotion est le plus souvent produite par l'action simultanée d'un grand nombre de muscles, eux-mêmes ou leurs fibres

poursuivant des directions différentes. Ceci est particulièrement vrai des mouvements des extrémités dans la marche, la natation et le vol... C'est une curieuse circonstance, et digne de l'attention de ceux qui s'intéressent aux homologies, que les muscles volontaires des extrémités supérieures et inférieures, et plus particulièrement du tronc, soient disposés en lignes spirales longitudinales, transverses et obliques et en couches ou strates, précisément comme dans le ventricule du cœur et en général des muscles creux.

« Si, en conséquence, j'élimine l'élément de l'os de ces diverses régions, je reproduis un muscle creux typique; et ce qui est encore plus remarquable, si je compare les os enlevés (par exemple les os de l'extrémité antérieure d'un quadrupède ou d'un oiseau) avec le moule obtenu par la cavité du moule creux (par exemple le ventricule gauche du cœur du mammifère), je trouve que les os et le muscle sont tordus sur eux-mêmes et forment d'élégantes vis dont les filets ou crêtes courent dans la même direction. Ceci nous donne la preuve que les muscles creux involontaires fournissent le type ou patron d'après lequel sont formés les muscles volontaires, comme cela se voit sur les figures ci-jointes. La figure 170 représente les os de l'aile de l'oiseau; la figure 171, les os de l'extrémité antérieure de l'éléphant; et la figure 172, le muscle antérieur de la cavité du ventricule gauche du cerf[1]. »

Il est aisé de voir combien ces considérations s'appliquent également aux extrémités inférieures de la jambe chez l'homme; le tibia et le péroné, ainsi que les muscles

1. Bell Pettigrew, *La locomotion chez les animaux* (Bibliothèque scientifique internationale), Félix Alcan éditeur, édition 1887.

du tarse, forment une hélice, et leurs surfaces articulaires présentent à divers degrés des formes spirales pour faciliter l'action des cycles musculaires. On peut, en grande partie, comparer la forme hélicoïdale de cette portion du squelette à l'aile de l'oiseau et surtout à l'extrémité antérieure de l'éléphant (fig. 171).

Les os des jambes, il est vrai, au lieu d'être inclinés obliquement l'un sur l'autre, comme chez ces animaux, sont disposés presque en ligne verticale, ce qui augmente l'angle formé par les os, et, comme nous l'avons indiqué plus haut, la vitesse d'un membre augmentant en raison du nombre et de l'acuité des angles formés par ses divers os, on comprend que la vitesse des membres chez l'homme soit moindre que chez la majorité des quadrupèdes. Une partie de la puissance musculaire qui, chez les animaux, sert à augmenter la vitesse est employée chez l'homme à soutenir le poids du corps.

Néanmoins tous les muscles de la jambe concourent au but unique de soulever le corps et de le faire avancer, et la disposition des tendons, qui passsent dans des coulisses pour aller s'insérer beaucoup plus loin et dans des directions obliques par rapport aux muscles auxquels ils sont attachés, contre-balance en partie la disposition verticale de ces muscles et contribue ainsi à former un ensemble de masse contractile, ou cycle musculaire qui se rapproche de la stratification des muscles creux, où chaque portion est pour ainsi dire la continuation de l'autre, et dont toutes les parties sont exactement adaptées les unes aux autres et sont absolument et « scrupuleusement réciproques », selon l'expression de M. Pettigrew.

Le poids du corps porte sur le centre du pied; mais, pour soutenir uniquement le poids du corps, les muscles de la

jambe et du pied étaient presque inutiles, car ce sont les têtes des fémurs et les genoux qui reçoivent tout le poids du tronc ; si la jambe n'avait pas encore un autre usage, un tube rigide eût suffi à partir du genou. La meilleure preuve en est dans la possibilité de marcher avec des jambes de bois ou des échasses adaptées aux genoux.

La fonction principale des muscles de la jambe est donc le mouvement de progression et de soulèvement du corps, au dernier temps de la marche. Aussi est-ce à faciliter ce mouvement, qui a lieu lorsque le corps porte sur l'avant-pied, que concourent presque tous les muscles, aussi bien ceux de la partie externe que ceux de la partie postérieure de la jambe. La division des muscles en extenseurs et fléchisseurs, en adducteurs et en abducteurs, dans ces conditions plus que dans toutes les autres parties du corps, peut donner une idée erronée du jeu de ces muscles. A l'exception du jambier antérieur et des extenseurs des orteils, tous les autres muscles agissent en commun les uns pour donner au métatarse plus de fermeté, et les autres pour lui faire soutenir en ce moment le poids du corps et le faire avancer.

Au même instant où les muscles du tendon d'Achille soulèvent le talon et font basculer le cou-de-pied en avant, le long péronier latéral abaisse le bord interne et par son ligament maintient les os du tarse et de l'extrémité des premiers métatarsiens. Il rétrécit en même temps la surface métatarsienne en la massant pour ainsi dire au-devant de l'arcade plantaire. Il est aidé dans cette action par l'abducteur transverse du gros orteil.

Le court péronier latéral, malgré son insertion à l'extrémité postérieure du cinquième métatarsien, agit dans le même but et par sa construction donne un point d'appui à

l'action du long péronier latéral. Si l'on ne considère que l'attache supérieure du court péronier latéral et son attache inférieure, cette action paraît impossible et même absurde; mais il faut bien considérer que le tendon se réfléchit deux fois et qu'il vient s'insérer *en bas* du tubercule qui termine l'extrémité postérieure du cinquième métatarsien.

Le jambier postérieur, alors même qu'on enseigne généralement qu'il est antagoniste du court péronier, agit dans le même moment pour consolider l'avant-pied, et c'est grâce à lui que le premier cunéiforme est fortement maintenu contre le scaphoïde, pour former une masse résistante au moment où le corps porte sur l'avant-pied.

Le fléchisseur commun des orteils, le fléchisseur propre du gros orteil, celui du petit orteil, le fléchisseur plantaire, l'accessoire du long fléchisseur des orteils, l'abducteur oblique du gros orteil, les lombricaux, les interosseux agissent tous au même moment, c'est-à-dire pendant que l'avant-pied doit supporter le poids du corps; ils ont une tendance à faire basculer presque complètement la voûte plantaire et à faire reposer le poids du corps sur l'extrémité des orteils. Sur les empreintes que nous avons obtenues, on remarque nettement que le contact de la tête des orteils est plus énergique, et en même temps que cette surface de contact est plus grande et surtout plus longue à ce moment.

On observe de plus que le pied à ce moment glisse et descend de 7 à 9 millimètres, en même temps qu'il se rétrécit transversalement (fig. 173 et 174). Au dernier moment, le pied ne porte plus que sur l'extrémité des orteils et sur une surface restreinte qui se trouve placée exactement en arrière et au milieu des orteils. Cette surface, qui correspond à l'extrémité antérieure ou phalangienne du premier méta-

tarsien, s'étend horizontalement pour aboutir à la deuxième phalange du petit orteil. La séparation entre l'extrémité des orteils et cette portion de l'avant-pied est bien plus marquée à ce moment, par suite de l'abaissement actif des orteils, c'est-à-dire que, tandis que l'empreinte de l'avant-pied se continue par une ligne droite avec l'extrémité du gros orteil et souvent avec l'extrémité du second orteil il n'en est plus ainsi pour les empreintes obtenues pendant le dernier temps de la station, et il existe alors un intervalle assez considérable entre l'extrémité du gros orteil et la partie située en arrière et qui est en contact avec le sol.



FIG. 173.



FIG. 174.

Pour le second orteil cependant, cette ligne de communication reste à peu près la même.

Cela indique évidemment qu'à ce moment l'extrémité du gros orteil s'abaisse fortement, en formant un creux au-dessous de lui, et que la masse de l'autre partie de l'avant-pied s'incline un peu plus du côté externe. C'est pour cela que les points douloureux aux pieds se trouvent généralement sous le deuxième métatarsien et sur le petit orteil.

Pour exécuter ces divers mouvements, il faut, avant tout, que les muscles qui s'attachent aux os du pied soient dans de bonnes conditions, et aussi qu'il n'y ait point, pour une cause ou pour une autre, des points douloureux, car,

dans ces cas, la pression de l'avant-pied sur le sol se fait mal, de travers, et la marche est modifiée.

Chez les enfants qui commencent à marcher, le système musculaire est encore trop faible pour agir activement à cet instant de la marche, et les premiers pas de l'enfant ont toujours le caractère de la marche des personnes atteintes de pied plat, ou plus exactement des personnes qui ont une jambe de bois. Ce n'est que peu à peu, et à mesure que les muscles prennent de la force, que la marche devient plus normale et que le corps finit par porter sur l'avant-pied au dernier instant de la progression.

En résumé, l'action des muscles de la jambe s'exerce avant que le pied ne pose sur le sol, pour le relever afin que son extrémité ne vienne pas butter; en second lieu, au moment où le poids va quitter le sol pour faire avancer le corps. Ce dernier mouvement est le plus important et celui qui demande la plus grande force musculaire. Ces deux mouvements sont les deux seuls que l'on obtienne, lorsqu'on agit d'une façon générale sur le membre, et le second est plus marqué que le premier lorsqu'on électrise une jambe qui vient d'être séparée du corps. Nous avons fait ces expériences dans le service de M. Péan, profitant d'une amputation de la jambe nécessitée par une affection grave du genou. A moins de localiser nettement le courant sur le nerf poplité externe, auquel cas, on obtient aussitôt le relèvement du pied, on détermine toujours un mouvement d'ensemble qui fait fléchir le pied et amène énergiquement les orteils en bas en même temps qu'ils se rapprochent. Il est difficile de reproduire ce même mouvement sur le vivant, car le nerf poplité externe est trop superficiel et le courant ne peut arriver isolément jusque dans les régions profondes.

Sur un membre d'amputé, ce qui frappe également, et ce qui concorde parfaitement avec ce que nous avons cherché à prouver, c'est le rapprochement des orteils de la ligne médiane; cette action des interosseux est plus prononcée et plus énergique que pour les muscles interosseux de la main.

A l'exception des muscles desservis par le poplité externe, tous les autres muscles du pied ne servent donc qu'à faire faire à l'avant-pied le mouvement qui amène les orteils et le métatarse à constituer une masse solide, résistante et élastique. C'est à ce but final que concourent tous les muscles de la jambe et du pied, car le mouvement d'élévation même n'est qu'un mouvement préparatoire, et l'on peut conclure que physiologiquement, et aussi pathologiquement, c'est dans l'avant-pied que réside l'utilité de la jambe et que c'est dans cette partie du pied que se passent les mouvements les plus importants de la marche.

Du pied bot en général.— On admet généralement trois variétés principales de pied bot, le *varus*, ou pied en dehors, quand le malade prend son point d'appui sur le bord externe du pied, le *valgus* ou pied en dedans, quand il prend son point d'appui sur le bord interne, et enfin l'*équinus* (pied de cheval), quand il ne marche que sur les orteils ou sur les articulations métatarso-phalangiennes.

Nous croyons qu'il est préférable de diviser les affections du pied en deux grandes classes, selon que les muscles antérieurs ou postérieurs et latéraux de la jambe sont atteints, ou physiologiquement, selon que les troubles de nutrition ou d'innervation existent pour les muscles qui agissent au premier moment de la marche, avant que le pied ne touche le sol, ou bien lorsque ces troubles portent sur les muscles qui agissent sur l'avant-pied et qui servent les uns à élever le

talon, et les autres à maintenir le poids du corps sur le métatarse.

Dans le premier cas, s'il y a faiblesse, parésie ou paralysie, l'extrémité du pied, ne pouvant être relevée, tombe au moment où la jambe est enlevée, et par la disposition anatomique, c'est-à-dire par la déviation des surfaces articulaires, le pied, par la seule influence de la pesanteur, penche en bas et en dedans, d'où la fréquence du pied bot varus, l'existence constante de ce pied bot dans les cas de faiblesse générale, et son apparition très légère chez les nouveau-nés. Les chaussures bien faites, déjà chez les enfants doivent être un peu relevées à l'extrémité antérieure, et c'est peut-être pour cela que, chez les Égyptiens, la chaussure était faite d'après ces principes, car deux bandes solides s'étendaient de l'extrémité antérieure et venaient se rejoindre à la cheville. Ces deux bandes étaient tendues plus ou moins fortement et forçaient les orteils à se relever.

Si au contraire ces muscles sont contracturés, ils relèvent énergiquement la pointe du pied, l'empêchent de toucher le sol à n'importe quel moment, et obligent le malade à ne se tenir et à ne marcher que sur le talon, d'où le pied bot *talus*.

Dans le second groupe, il y a des déviations variables selon le groupe musculaire qui est atteint. Si les muscles du tendon d'Achille sont paralysés ou atrophiés, le talon n'est plus relevé en haut, et il s'allonge d'une façon anormale en pointe, formant alors un pied creux exagéré (fig. 175). L'action des muscles de l'avant-pied devient prépondérante, et la masse métatarsienne est attirée en bas, de manière à former immédiatement derrière les orteils une éminence très prononcée. En même temps, le bord interne est relevé.

Lorsque les muscles du tendon d'Achille sont au contraire

contracturés, le talon est fortement relevé en l'air, et, comme Delpech (de Montpellier) et Duchenne l'ont démontré, l'action du triceps sural imprimant au calcaneum un mouvement de rotation en vertu duquel a lieu l'adduction du pied, avec rotation du calcaneum en dehors, il se forme un léger pied bot varus. L'action déviatrice du triceps sural est contre-balancée par le long péronier latéral, lorsqu'il y a une contracture généralisée, et alors le pied se trouve dans une situation presque rectiligne. D'un autre côté, le jambier



Fig. 175.

postérieur vient ajouter son action dans le même sens, car nous croyons avec M. Dubreuil, contrairement à l'opinion de Duchenne, que ce muscle est extenseur du pied sur la jambe.

Il est rare de rencontrer une contracture isolée des muscles du tendon d'Achille, et c'est à tort qu'on a considéré comme telle, le raccourcissement plus ou moins prononcé qui existe dans les paralysies des muscles de la région antérieure. Il n'y a, dans ces cas, qu'une tonicité exagérée, et

les opérations de ténotomie qu'on fait quelquefois n'ont que peu de résultats et dans tous les cas n'ont aucune raison d être faites.

Mais, dans la contracture généralisée des muscles de la jambe, on observe parfaitement les symptômes de la contracture du triceps sural, car, comme cette masse musculaire est de beaucoup la plus considérable de celles qui agissent sur le pied, c'est son action qui est prédominante. Dans toutes les affections cérébrales avec retentissement



Fig. 176.

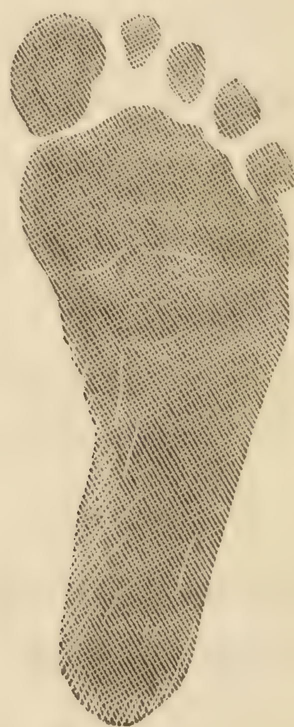


Fig. 177.

sur le système musculaire, on observe cette contracture, qui donne lieu alors à un pied équin plus ou moins prononcé. Les figures 176 et 177 représentent l'empreinte de ces équins à des degrés différents. Dans la figure 176, le pied ne pose presque que sur les orteils ; la figure 177 représente le même pied deux ans plus tard, après un traitement suivi. On voit que dans cette figure 177 l'équin a disparu, mais cependant il reste toujours une tendance à faire reposer la plante du pied sur l'extrémité antérieure, et le talon prend un aspect pointu ;

dans tous les cas sa surface de contact est plus rétrécie que dans l'empreinte normale.

Dans ces cas, nous le répétons, ce qui donne la direction de la déformation, c'est uniquement l'action plus énergique des masses musculaires les plus volumineuses, et ce pied bot varus équin n'est pas, comme on le dit quelquefois, le résultat de la prédominance des jambiers antérieurs sur les péroniers, mais bien de la prédominance des muscles les plus puissants, c'est-à-dire de ceux du tendon d'Achille, qui sont incontestablement les plus puissants. On observe d'ailleurs la même influence et la même déviation dans les contractions hystériques, dans les tétanies ou enfin dans le tétanos, chaque fois en un mot qu'une contracture violente s'empare de tous les muscles de la jambe.

Si la lésion porte sur les muscles qui agissent sur l'avant-pied, il y aura des troubles variables, mais qui tous amènent dans les cas de faiblesse ou de paralysie une empreinte qui indique des articulations relâchées et souvent tourmentées afin d'établir une surface de contact plus solide. C'est ainsi que tout l'effort semble porté quelquefois sur l'articulation métatarso-phalangienne du gros orteil, et que les doigts du pied se crispent pour aider à soutenir le poids du corps. Presque toujours dans la parésie de ces muscles, surtout lorsqu'elle date de quelques temps, le pied est jeté en dedans, c'est-à-dire que le talon, au lieu d'être sur la ligne médiane, est sur la même ligne que le bord externe du pied, tandis que le bord interne est de beaucoup dépassé par la masse du gros orteil et même du deuxième métatarsien (fig. 178). Dans quelques cas, lorsque la paralysie est complète, et surtout si l'enfant a essayé de marcher, la déformation est encore plus prononcée, et il n'y a que la partie externe qui arrive en contact avec le sol, formant alors un vrai arc de cercle,

s'étendant du talon au petit orteil. Cette déformation est très marquée dans la figure 179, qui est la reproduction d'une empreinte prise chez une jeune fille atteinte de paralysie infantile et chez laquelle tous les muscles de la jambe excepté ceux du tendon d'Achille avaient disparu; ces derniers étant atrophiés en partie.

Lorsqu'au contraire, les muscles de la partie antérieure



Fig. 178.



Fig. 179.

sont contracturés, l'avant-pied est fortement soulevé. Ils est dirigé dans une situation rectiligne, si tous les muscles de la partie antérieure sont en même temps contracturés; le corps ne repose alors que sur l'extrémité postérieure du talon comme l'indique la figure 180 prise chez une jeune fille atteinte de contracture des muscles jambiers antérieurs et des péroniers. Si le long péronier latéral seul est contracturé, la surface en contact est représentée par la partie interne du

talon et par le gros orteil seul (fig. 181). Nous avons observé un cas de ce genre chez une jeune fille où, à la suite d'une luxation du pied et d'une hyperesthésie le long du tendon du long péronier, occasionnée par un bandage trop serré, il y eut une contracture isolée et des plus prononcées du long péronier latéral. A mesure que l'amélioration s'est effectuée, une plus grande partie de l'avant-pied venait en contact avec le sol; après le gros orteil, le second, puis les derniers orteils arrivaient à poser sur le sol. La douleur à la marche diminuait à mesure que le contact devenait plus normal. Les appareils orthopédiques chez cette malade maintenaient le



Fig. 180.



Fig. 181.

pied dans la position normale, mais déterminaient des douleurs assez fortes, et, dès que l'appareil était enlevé, le pied était relevé brusquement et ne touchait plus le sol que par sa ligne interne.

En résumé, nous ne pouvons assez le répéter, les muscles de la jambe servent à produire deux mouvements principaux : en premier lieu, l'élévation de la pointe du pied avant que le pied ne touche le sol ; en deuxième lieu, l'appui de l'avant-pied sur le sol, ce dernier mouvement pouvant se décomposer dans l'action des muscles du talon et des muscles de la partie antérieure de l'avant-pied [1]. Chose

1. Voir dans la *Revue de médecine* (juillet 1881) notre *Etude physiologique des surfaces en contact avec le sol.*

curieuse, pour la régularité de la démarche, les muscles les plus grêles sont les plus utiles, et un enfant paraîtra moins boiter, et dans tous les cas son pied sera moins déformé, lorsqu'il aura une atrophie de la masse musculaire si considérable des triceps suraux, que s'il a une paralysie des muscles jambiers et péroniers. Pour des marches longues ou pour porter des fardeaux, le contraire a lieu, et ce sont incontestablement les muscles du tendon d'Achille qui sont alors les plus nécessaires.

Dans tous ces cas, comme nous le disions en commençant, la plante du pied présente un aspect typique que l'empreinte seule peut révéler. Depuis longtemps d'ailleurs, on avait attribué à la plante du pied une importance capitale, et c'est pour cela qu'on a admis les formes pathologiques de pied plat et de pied creux. Nous verrons, en étudiant ces variétés, combien notre méthode d'empreinte est utile, car un certain nombre de pieds qui paraissent creux sont essentiellement des pieds plats, tandis que des pieds qui au premier abord paraissent avoir les principaux caractères des pieds plats se rapprochent au contraire des pieds creux.

Du pied plat. — Le pied normal, au moins chez les races supérieures, est courbé et voûté à sa partie médiane; si cette courbure est faible, on dit qu'il y a pied plat, ce qui constitue une infirmité plus ou moins sérieuse.

Nous ferons remarquer de suite que le pied plat douloureux, celui qui rend la marche difficile et pénible, est un pied devenu plat par une cause pathologique, et qu'on a exagéré les inconvénients du pied plat congénital. La loi même a contribué à propager cette erreur, car elle a fait de cette disposition un motif d'exemption du service militaire, ce qui n'a pu être établi évidemment que sous

l'impression des opinions médicales qui considèrent que le fait seul d'avoir un pied plat rend la marche fatigante.

Il faut bien se rappeler cependant que des populations entières ont cette forme plate du pied, avec la disparition de la voûte plantaire ; c'est ainsi que la race nègre tout entière a le pied plat. Chez le nègre les talons sont épais et rejetés en arrière, la partie antérieure est très large, peu ou pas cambrée, et tous les points de la plante du pied sont en



Fig. 182.

contact avec le sol. Le squelette du pied comparé à celui de l'Européen (fig. 182) donne également des différences très sensibles ; on voit la voûte plantaire très prononcée chez celui-ci et le tarse former un angle obtus avec le tibia et le péroné, tandis que chez le nègre il forme presque un angle droit. Le nègre cependant est assez bon marcheur, ainsi que le Kabyle, qui lui aussi a le pied plat. M. le colonel Duhousset, pour s'assurer de cette conformation, a même employé un

procédé qui se rapproche de celui dont nous nous sommes servi depuis.

« Les pieds du Kabyle paraissent plats, dit-il[1]; les orteils s'ouvrent en éventail; on dirait qu'ils se cramponnent à chaque pas, et les orteils appuient en même temps jusqu'aux ongles, dont le sol porte la trace. Ce peu de courbure m'étonna chez des gens qui font de si longues courses dans les montagnes, en descendant et en gravissant des pentes très raides.

» Craignant d'être trompé par une appréciation très superficielle, je fis, pour confirmer mon jugement, l'expérience suivante : la route, étant recouverte d'un sable fin et humide, ne laissait perdre aucune trace; je résolus d'utiliser cette circonstance qui m'était facilement offerte pour corroborer mon observation d'adhérence d'une grande surface de la plante du pied sur le sol. Dans ce but, je me portai, le matin d'un jour de marché des Beni-Raten, à un endroit du chemin, large de huit mètres, par lequel les indigènes devaient passer, et je fis damer légèrement le terrain sur une largeur de trois mètres. Un Français dont le pied était très courbé me donna une empreinte devant servir de terme de comparaison. Le pied courbé ne laissa pas de trace dans son milieu ou à peine celle du bord extérieur, tandis que le pied du Kabyle imprima sur le sable une empreinte large qui, par son bord externe, joint le métatarse au talon. »

Les populations des montagnes ont d'ailleurs même en France le pied plat, et cette disposition est probablement le résultat de la marche sur les pentes qui agit sur la voûte

1. Mémoires de la Société d'ethnographie, 1872. *Études sur les Kabyles du Djurjura.*

plantaire pour l'aplatir. C'est, en effet, surtout dans les descentes que la voûte plantaire a une tendance à s'effacer, et, à la longue, un pied même bien conformé devient légèrement plat.

Si nous avons insisté sur ces faits, c'est bien pour montrer que le pied plat, par lui-même, n'est point aussi désavantageux qu'on l'a soutenu; ses inconvénients proviennent surtout des autres symptômes qui l'accompagnent. Aussi est-ce avec raison que M. le Dr Rohmer cite le passage suivant du *Traité d'anatomie pathologique* de M. Tillaux (deuxième édition, p. 1044) :

« Ce n'est pas parce que le pied est plat que la marche devient fatigante, c'est parce que l'aplatissement du pied amène un tiraillement douloureux des ligaments. Si donc le pied est plat de naissance, les sujets marchent facilement, aucune violence n'étant exercée ni sur les ligaments ni sur les os. Si au contraire le pied plat est acquis, il résulte d'un défaut de fermeté de la voûte, la marche est pénible et peut à un moment donné devenir impossible [1]. »

Cependant il n'est pas indifférent que la plante du pied ait telle ou telle disposition et même telle ou telle dimension; pour tout animal, il faut tenir compte, dans la progression, du point d'appui des surfaces motrices sur le milieu sur lequel il se meut. Les physiologistes ont insisté sur l'importance de la grandeur des surfaces motrices. C'est en effet une condition de rapidité pour la progression terrestre que les points présentés à la terre soient peu nombreux et limités en étendue. C'est ainsi que, pour l'autruche,

1. Nous modifions ainsi cette proposition de M. Tillaux : ce n'est pas parce que le pied est plat que la marche devient fatigante, c'est parce que la faiblesse musculaire a amené un pied plat que les mouvements sont devenus plus difficiles, consécutivement douloureux.

le cerf, le cheval, les pieds sont réduits au minimum de dimension.

Le pied plat augmente la surface de contact; c'est donc une première cause défectueuse dans la marche, mais cette cause peut évidemment être contre-balancée par une action musculaire plus énergique, et des muscles vigoureux avec un pied plat peuvent servir à une marche soutenue. Le pied plat, d'un autre côté, a l'inconvénient de gêner le mouvement d'élévation du corps sur l'avant-pied, ou plutôt il force les muscles à faire un plus grand effort pour concentrer et consolider la masse métatarsienne. Encore, nous ne parlons ici que du pied plat chez un homme sain et non du pied plat qui résulte d'une affection quelconque, car aussitôt tous ces inconvénients sont décuplés, et la station sur l'avant-pied devient alors difficile et douloureuse. C'est donc du pied plat pathologique que nous devons uniquement nous occuper.

Impotence du long péronier latéral. — D'après Duchenne de Boulogne, la parésie ou l'impotence du long péronier latéral sont la vraie et la seule cause du pied plat. Cette opinion est tellement acceptée, que tous les auteurs, depuis les travaux de Duchenne, ne donnent pas d'autre cause à la formation du pied plat. L'action physiologique de ce muscle est d'ailleurs une preuve de plus de son influence sur la voûte plantaire, car il abaisse puissamment le bord interne du pied, et il est incontestable que sa faiblesse ou sa paralysie produisent un pied plat. Mais cette déformation ne se fait pas comme le dit Duchenne, parce que son antagoniste principal, le jambier antérieur, relève alors le bord interne du pied, car non seulement le jambier antérieur n'est pas un vrai antagoniste du long péronier, mais, de plus, la paralysie du jambier antérieur amène également

un affaissement de la voûte plantaire et un léger pied plat, comme nous l'avons observé dans un cas que nous rapportons plus loin. La faiblesse de tous les muscles qui s'insèrent à l'avant-pied détermine un pied plus ou moins plat, et pour rester limité, dans ce moment, à l'action du long péronier latéral, nous dirons que celui-ci amène par sa parésie le pied plat, parce que, avant tout, il est un ligament actif qui maintient la concavité de la voûte du pied.

Cette influence du long péronier latéral nous servira mieux que n'importe quel autre exemple pour montrer que *les vrais ligaments, ou du moins les vrais agents qui maintiennent les os, ce ne sont pas les ligaments articulaires mais bien les tendons des muscles.* Cette proposition est importante à se rappeler chaque fois que l'on a à examiner une articulation et qu'on trouve un relâchement quelconque dans cette articulation. C'est faute de bien connaître cette loi physiologique, que l'on a si souvent proposé des appareils qui n'ont fait qu'empirer l'état du malade.

Pour l'arcade plantaire, le principal ligament est évidemment le long péronier latéral, ligament tout particulier, qui ne doit agir qu'à un moment précis et qui devient flottant quand le métatarse a besoin de s'étaler sur le sol.

C'est précisément dans l'action de ce muscle que les idées d'antagonisme musculaire ont amené des opinions désastreuses, car on a enseigné et on enseigne encore couramment, que l'on doit pratiquer la ténotomie du jambier antérieur lorsque le péronier est graisseux, et celle du péronier lorsque la dégénérescence affecte le jambier antérieur. Nous ne connaissons pas de proposition plus dangereuse, et l'expérience l'a bien prouvé, car la plupart des

chirurgiens ont abandonné ces pratiques de ténotomie, et nous ne croyons pas qu'il existe un seul cas où la ténotomie du long péronier latéral ait amené un bon résultat.

Pour bien comprendre l'action du péronier latéral et celle des autres muscles de la jambe, il ne faut les considérer ni comme antagonistes, ni comme, à proprement parler, adducteurs et abducteurs du pied par rapport au tronc, mais bien comme agissant autour d'une ligne fictive qui passe par le milieu de l'arcade plantaire. Ils éloignent ou rapprochent les os de cette ligne médiane, et cela dans les mêmes conditions que les muscles de la main. L'analogie du pied et de la main est évidente et pour se rendre un compte exact des mouvements du pied, on peut comparer avec la marche à quatre pattes. Voici comment instinctivement pour la main se produisent les mouvements ; en premier lieu, la paume de la main s'applique sur le sol, en étendant les doigts, puis, au moment où l'on s'appuie dessus pour progresser, le poignet (talon) est soulevé, les doigts (avant-pied) se rapprochent du médian, et le pouce surtout s'abaisse et vient se placer sous l'indicateur, en faisant un mouvement plus étendu, mais presque analogue à celui du gros orteil.

Les empreintes que nous avions prises (voy. les figures 183 et 184) indiquent toutes ce rapprochement des orteils de la ligne médiane, et le but de ce mouvement se comprend aisément, car il s'agit en ce moment de donner au métatarse le plus de solidité possible, et par ce tassement de produire la surface la plus petite et la plus élastique en même temps que de la rendre résistante.

Le rôle du long péronier latéral est donc d'abaisser le gros orteil, de l'attirer vers la ligne médiane, agissant à peu près comme les muscles de l'éminence thénar pour le pouce.

Duchenne est obligé de convenir qu'il donne au long péronier latéral un rôle difficile à expliquer, relativement à sa petite masse musculaire. Il dit en effet : « Quelle énorme puissance doit posséder le long péronier latéral pour abaisser le bord interne de l'avant-pied et surtout la saillie sous-métatarsienne *avec une force égale* à celle que le triceps sural déploie dans le mouvement d'extension de l'articulation tibio-tarsienne, et pour faire supporter à l'extrémité antérieure du bord interne du pied le poids du corps, alors même qu'il est chargé d'un lourd fardeau !



Fig. 183.



Fig. 184.

A voir son petit volume, comparativement à celui du triceps sural, on ne le croirait pas doué d'une telle puissance ! »

C'est toujours l'idée d'antagonisme qui a fait exagérer, malgré les raisons logiques qui ont frappé l'esprit de Duchenne, cette action du long péronier latéral; il lui fallait absolument toujours trouver un muscle qui par son action neutralise celle d'un autre muscle. Et voyez l'inconséquence : alors même que la puissance d'un muscle est dix fois plus forte que celle d'un autre et que tout antagonisme vrai est impossible, on passe outre, car la théorie exige qu'il y ait action physiologique antagoniste, qu'on puisse ou non l'expliquer !

Ce seul fait doit servir à montrer combien il est néces-

saire d'exclure, dans la physiologie des mouvements du pied, l'idée d'antagonisme, et on pourrait presque la combattre, en montrant que toutes les déductions logiques qu'on en peut tirer conduisent à l'absurde. En effet, voici le long péronier latéral qui est antagoniste des muscles du tendon d'Achille ! De plus, il se trouve également antagoniste du jambier antérieur. Il lui faudrait, dans tous les cas, un volume dix fois plus considérable que celui qu'il possède pour pouvoir avoir cette double action.

A vrai dire, le long péronier latéral a pour but d'être un *ligament intermittent*, de se tendre sous la voûte plantaire au moment voulu, pour consolider par là cette masse de petits os et contribuer ainsi à l'action de son soi-disant antagoniste, le triceps sural. Il faut en effet, pour que celui-ci puisse agir énergiquement pour soulever le talon et le corps sur l'avant-pied, que le métatarse soit compact et résistant, sinon il y a affaissement du pied, perte de forces et irritation des petites articulations. Loin d'être l'antagoniste du triceps sural, il concourt au même but que ces muscles; seulement son rôle est différent et en rapport avec sa petite masse musculaire; il n'a pas un rôle de puissance, mais un rôle de régulateur pour ainsi dire.

Cliniquement, son impotence a surtout pour résultat de fausser le centre de gravité et d'amener ainsi une irritation des articulations du tarse, que leur direction rend alors impropre à soutenir le poids du corps; de là des douleurs très vives (tarsalgie) et qui varient évidemment selon le tempérament du malade; de là aussi les bons résultats que l'on retire de l'électrisation de ce muscle et de tout traitement qui augmentera la force musculaire. Duchenne de Boulogne avait bien raison de préconiser ce traitement et de déclarer que c'était le seul rationnel; mais, à notre

avis, il a beaucoup exagéré le rôle physiologique du long péronier latéral, et lui-même et d'autres avant lui ont également exagéré les inconvénients du pied plat, en tant que conformation du pied. Comme nous l'avons déjà dit, *ce qui est pathologique et douloureux, c'est le pied qui devient plat par suite d'une lésion quelconque, et non celui qui l'est naturellement.*

Causes diverses du pied plat. — Toutes les causes qui amènent l'affaiblissement de l'action musculaire des muscles antérieurs et externes de la jambe amènent un affaissement de la voûte plantaire et par suite un pied plat.

C'est ainsi qu'il y a un pied plat plus ou moins prononcé, à mesure que la vieillesse arrive, et il est rare que, chez les personnes d'un certain âge, il n'y ait pas au moins l'empreinte ci-jointe (fig. 185), qui d'ailleurs est loin d'indiquer une altération quelconque. La marche peut être longtemps soutenue avec un pied ayant cette conformation. Non seulement sous le rapport de l'étendue de la surface en contact, mais encore comme aspect général, il y a entre ce pied plat normal et celui de la figure 186 une différence notable. Pour ce dernier, on voit que toute la voûte plantaire est affaissée, et l'empreinte originale plus encore que ce dessin donne l'aspect d'un contact peu énergique et qui rappelle celui que donnerait un corps mou. De fait, ce pied plat est le résultat de la parésie de tous les muscles de la jambe, sans qu'il y ait un seul groupe plus malade que l'autre. C'est le pied d'un grand jeune homme, anémique, ayant grandi très rapidement, et chez lequel la marche était devenue pénible. Il avait, cela va de soi, une faiblesse considérable du long péronier latéral, mais en même temps tous ses muscles étaient considérablement affaiblis et avaient perdu de leur contractilité électro-musculaire. Aussi

est-ce en donnant de la force à tous ses muscles, et non seulement isolément au long péronier latéral, que nous sommes parvenus à lui améliorer son état.

C'est presque toujours ce genre de pied plat que l'on observe à la suite de croissance exagérée, ou à la suite de faiblesse générale, ou après une maladie aiguë de longue



Fig. 185.



Fig. 186.



Fig. 187.

durée, ou enfin à la suite d'un excès de travail des membres inférieurs, comme chez les frotteurs par exemple.

Enfin, sans qu'il y ait parésie ou faiblesse musculaire, et même avec un système musculaire très développé, on peut observer un pied plat; mais cette exception confirme même notre manière de voir, et ce pied plat provient d'un excès de fatigue ou mieux d'un excès de poids, car il se produit dans la jambe saine, lorsque l'autre est paralysée

ou tellement mauvaise que le malade ne s'appuie que sur la bonne jambe. Le poids du corps finit par affaisser la voûte plantaire, comme cela se voit figure 187; mais les tissus restent fermes, et l'aspect de ces figures comparé a la figure 186 par exemple est des plus caractéristiques; les bords sont rectilignes, et l'on sent que le pied est résistant et solide. Ajoutons que, dans ces cas, on n'observe pas la douleur caractéristique du pied plat, et cela démontre bien ce que nous disions plus haut, que si cette configuration du pied a des inconvénients incontestables, il ne faut pas croire que ce soit la vraie et la seule cause des difficultés de la marche.

Quoi qu'il en soit, ce n'est pas seulement l'impotence du long péronier latéral qui produit le pied plat douloureux, mais c'est la faiblesse de tous les muscles de la partie antérieure et externe de la jambe. Nous pourrions citer plusieurs observations; mais, pour mieux prouver notre opinion, nous n'en choisirons qu'une seule, car elle est typique. L'impotence est survenue à la suite d'une névrite aiguë, et elle s'est par hasard justement localisée dans le jambier antérieur, c'est-à-dire dans le muscle qui est considéré comme l'antagoniste du long péronier latéral et dont l'impotence aurait dû amener la déformation contraire.

Pied plat à la suite de la parésie et de l'atrophie du jambier antérieur. — M. A..., de constitution robuste et grand marcheur, souffrait depuis plusieurs mois d'une sciatique nettement caractérisée et dont la cause (refroidissement) et les symptômes, avec points douloureux sur le trajet du nerf, étaient typiques. Quand nous le vîmes pour la première fois, il n'y avait aucun amaigrissement des muscles de la cuisse; mais, pour les muscles du mollet, il existait une différence d'un centimètre. La contractilité de

plus était diminuée. — Sans nous inquiéter des troubles musculaires, nous portâmes notre attention et nos soins uniquement sur l'élément douleur, et pour apaiser les douleurs, qui étaient très vives, nous fîmes des courants continus descendants sur la jambe, en plaçant le pôle positif sur la région lombaire, et le pôle négatif d'abord sur la cuisse à la région ischiatique, puis sous le genou, dans le creux poplité. Au bout d'une dizaine de séances, la sciatique fut guérie, et M. A... alla passer plusieurs semaines en province. Les douleurs vives disparurent complètement; mais, surtout après avoir marché longtemps, M. A... ressentait encore une grande lassitude dans la jambe; sur la cheville et le long du tendon du jambier antérieur il y avait des points douloureux qui augmentaient par la marche. C'est à cause de ces symptômes qu'il revint nous consulter, croyant que la sciatique reparaissait, et nous fûmes aussitôt frappé de la différence de ces symptômes avec ceux de la sciatique vraie. Le calme des douleurs, pendant le repos, les points douloureux de la cheville et leur exagération par la marche, nous firent aussitôt soupçonner une cause différente que celle déterminée par une névralgie, et, comme la plupart de ces symptômes se rapprochaient de ceux du pied plat douloureux, nous examinâmes aussitôt la plante de ses pieds. A première vue, on ne distinguait pas grande différence entre les deux pieds, si ce n'est que la pointe du pied malade tombait un peu plus en bas et en dedans, lorsqu'on tenait la jambe en l'air; mais, en prenant l'empreinte des pieds, la différence était aussitôt très sensible.

Pour le pied malade, le contact de la voûte plantaire avec le sol était bien plus considérable et presque uniforme, et en même temps le métatarse était plus étalé et plus large. Ainsi, tandis que pour les deux pieds le talon

a la même longueur et la même forme, la partie correspondant à l'arcade plantaire est au moins deux fois plus large pour le pied malade que pour le pied sain (fig. 188 et 189). Ce dernier d'ailleurs est loin d'être bien cambré, mais il a l'empreinte de la moyenne des pieds chez des personnes d'un certain âge. De plus, le pied droit, atteint d'atrophie du jambier antérieur, présente des contours moins rec-



Fig. 188.



Fig. 189.

tilignes que le pied sain. On remarque encore très bien sur ces empreintes que le contact avec le sol de la partie externe de l'avant-pied est bien moins intime que pour le pied sain, ce qui est en rapport avec les données de Duchenne de Boulogne, qui indique que, dans la paralysie isolée du jambier antérieur, le bord externe est plus élevé que le bord interne.

Par contre, l'empreinte du gros orteil est bien plus éner-

gique, surtout au niveau de l'articulation de la première phalange avec le métartase ; cela tient, comme l'a également indiqué Duchenne de Boulogne, à ce que, le jambier antérieur étant paralysé, l'extension propre du gros orteil vient énergiquement en aide à la flexion du pied sur la jambe. Si la paralysie du jambier antérieur est de longue date et complète, cette flexion du gros orteil est très prononcée et donne naissance à ce que nous étudierons plus loin sous le nom de *faux pied creux*.

Dans tous les cas, cette observation montre nettement que le pied plat peut survenir à la suite de l'affaiblissement de n'importe quel muscle de la région antérieure et externe et que même le muscle dont on a voulu faire l'antagoniste du long péronier latéral peut amener cette infirmité, s'il vient à être atrophié. En un mot, *tous les muscles qui agissent sur la voûte plantaire et sur le métartase peuvent produire le pied plat pathologique*, et par conséquent tous ces muscles ont une action physiologique analogue sur cette partie du pied.

Du pied creux. — Si la conformation du pied plat est anormale, il paraîtrait logique qu'il n'en fut plus de même pour le pied creux, et celui-ci devrait, au contraire, être le type du pied facilitant la marche. Il n'en est rien cependant, et le pied creux, aussi bien que le pied plat, rend la marche pénible, car il dépend, comme celui-ci, d'une altération musculaire. Cela prouve une fois de plus que, pour les pieds, la configuration anormale a surtout de l'importance, parce qu'elle est la conséquence d'affections musculaires.

Le vrai pied creux est le résultat de l'atrophie des muscles du tendon d'Achillon et du jambier postérieur (fig. 190). Nous avons observé sous ce rapport le cas le plus concluant qu'on puisse rencontrer. Il s'agit d'une

jeune fille atteinte de paralysie atrophique infantile, chez laquelle pour la jambe gauche la lésion a porté sur les muscles de la partie antérieure et externe de la jambe, tandis que pour la jambe droite l'affection laissait ces muscles parfaitement sains et paralysait, au contraire, le triceps sural et le jambier postérieur (fig. 191 et 192). Dans ce cas, il ne peut être question que de l'influence des muscles, car les articulations étaient libres, l'enfant avait marché et



Fig. 190. —

il était absolument bien portant avant cette maladie. Enfin les conditions de développement ont été identiques pour les deux jambes. Comme d'un côté il y avait un pied plat (fig. 191) et de l'autre côté un pied creux (fig. 192), et que le pied plat correspondait à l'atrophie du jambier antérieur et des péroniers, et le pied creux à l'atrophie des muscles postérieurs de la jambe, on peut en conclure légitimement que ces formes de pied bot étaient le résultat de la lésion musculaire. Aussi, d'une façon générale, en laissant de côté

les cas dont nous parlerons plus loin et qui forment la catégorie des faux pieds creux et des faux pieds plats, on peut dire, rien qu'à l'inspection de la plante des pieds, quelle partie du système musculaire est lésée.

Les figures ci-jointes (fig. 193 et 194), qui représentent l'empreinte d'un pied sain et d'un pied malade chez un enfant, sont peut-être encore plus typiques. Le pied gauche ne présente aucune déformation, si ce n'est peut-être un

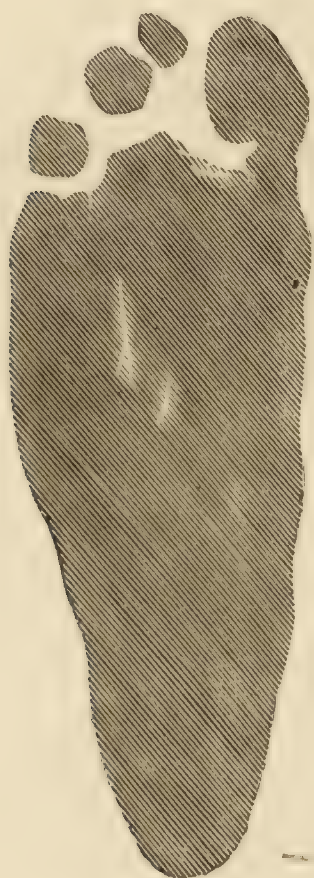


FIG. 191.



FIG. 192.

contact un peu trop étendu sous la voûte plantaire; mais pour un pied d'enfant, et surtout pour une jambe qui supporte le poids du corps plus souvent que l'autre jambe, on peut considérer cette empreinte comme normale. Pour l'autre jambe, où il existe manifestement une paralysie atrophique du triceps sural et du jambier postérieur, le pied est plus petit de 5 millimètres que le pied sain, et il offre une voussure plus considérable que le pied le plus cambré

que nous ayons rencontré. De plus, l'avant-pied s'est pour ainsi dire ramassé du côté du gros orteil, car celui-ci seul pose sur le sol, largement et très énergiquement, le second orteil restant relevé et les autres orteils ne touchant le sol que faiblement par leur extrémité. On reconnaît très bien dans cette empreinte que le pied doit être relevé du côté externe et qu'il existe nécessairement un valgus.

Le talon, en même temps, a pris une forme pointue, il



Fig. 193.



Fig. 194.

s'est allongé et à la mensuration il est de 1 centimètre 1/2 plus long que celui du côté sain. C'est bien là l'espèce de talon appelé *talon pied creux tordu en dehors*.

En comparant les empreintes ci-dessus à celles obtenues par le Dr Rohmer, nous sommes frappé des différences qui existent entre nos recherches; cela tient peut-être, comme le dit M. Rohmer, à ce qu'il n'a pu comparer que trois seuls cas de paralysie incomplète des muscles de la jambe

et du pied, tandis que nous avons pris un très grand nombre d'empreintes dans ces conditions, et que nous ne donnons comme typiques que les plus simples et celles où nous avons pu nous convaincre à plusieurs reprises de la réalité et de la localisation de la lésion. L'autre objection principale que nous ferons à M. Rohmer, c'est qu'il cherche à expliquer les modifications constatées, dans les cas pathologiques, uniquement par l'aspect que donne l'empreinte du pied, dans les diverses expériences qu'il a faites. Or, ces expériences sont très ingénieuses et très utiles pour montrer l'action isolée de tel ou tel muscle, car le procédé consiste à disséquer sur le cadavre chacun des muscles et à y attacher un lien qui permet de tirer d'une façon analogue à celle du muscle sur le vivant; mais elles offrent l'inconvénient de ne pas donner *la résultante* qui a lieu sur le vivant. Or, nous avons essayé de le démontrer, il n'y a que des mouvements d'ensemble; jamais un muscle ne se contracte seul pour le pied, et ce qui est plus important, du moment qu'un muscle ou un groupe de muscles est paralysé, il se produit aussitôt une déformation qui est la conséquence non seulement de cette modification des forces agissantes, mais encore du poids du corps. Instinctivement, le pied cherche à se placer de manière à mieux soutenir le corps; le centre de gravité est déplacé, et par conséquent les empreintes d'un pied dont un ou plusieurs groupes musculaires sont paralysés ou contracturés ne seront pas les mêmes que celles que l'on obtiendra en faisant agir dans le même sens sur un cadavre les muscles d'un pied bien conformé.

Malgré des empreintes données par le Dr Rohmer[1], dans

1. *Variations de forme normales et pathologiques de la plante du pied,* étudiées par la méthode graphique (Paris, O. Doin, éditeur, 1880).

lesquelles on retrouve, par exemple, chez un enfant atteint d'atrophie des muscles antérieurs et externes de la jambe, les caractères d'un pied creux analogue à ceux que nous venons d'indiquer, nous croyons être en droit d'établir que tout pied creux est dû principalement à la paralysie des muscles du tendon d'Achille.

Faux pied creux et faux pied plat. — L'aspect extérieur du pied trompe très souvent, car, en examinant superficiellement le pied malade, on constate souvent une conforma-

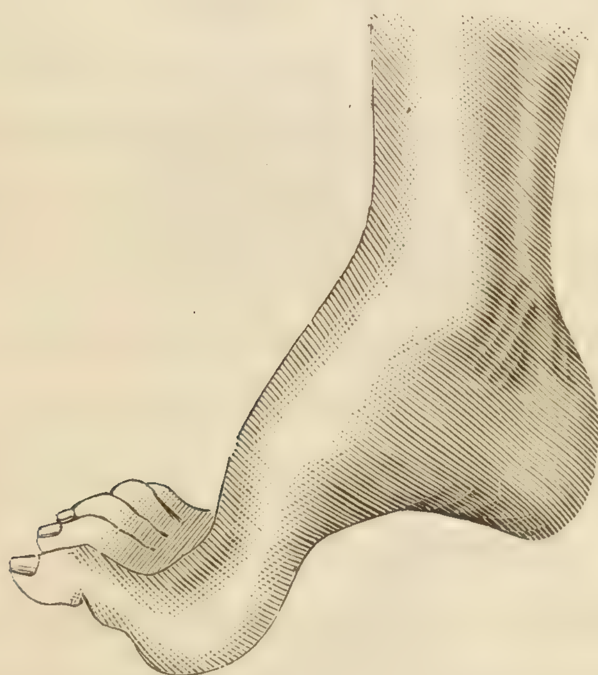


Fig. 195.

tion qui est différente de celle qu'indiquent les empreintes. La pesanteur d'un côté et la mobilité des articulations de l'autre côté impriment en effet au pied des déformations qui ne sont nullement celles qui ont lieu lorsque le malade est debout. Cela est vrai surtout pour la conformation vicieuse que l'on a désignée sous le nom de pied bot *creux valgus* et celle désignée sous le nom de *griffe pied creux*. De fait, en examinant ces pieds dans les conditions ordinaires, c'est-à-dire en les déchaussant et en les portant en l'air, on est frappé de l'abaissement des premières phalanges et de la cavité qui existe entre l'avant-pied et le talon (fig. 195).

Mais, si l'on vient à prendre l'empreinte, on est tout étonné de trouver un pied plat irrégulier, différant évidemment du pied plat type, mais qui a la condition caractéristique du pied plat, c'est-à-dire le contact direct d'une grande partie de la voûte plantaire avec le sol. Il y a évidemment affaissement de la voûte osseuse, et le poids du corps est mal supporté.

Cette espèce de pied se rencontre, comme l'a dit Duchenne de Boulogne, dans l'atrophie ou dans la paralysie des interosseux, des adducteurs et court fléchisseur du gros orteil, et c'est surtout lorsque ces lésions existent que l'on a adopté le nom de *griffe pied creux*, par analogie avec la griffe de la main lorsqu'il y a paralysie ou atrophie des muscles interosseux et des muscles propres du pouce. Néanmoins, l'atrophie isolée des muscles interosseux du pied et de l'adducteur et court fléchisseur du gros orteil est assez rare ; et cette déformation du pied existe plus souvent pour d'autres causes. La plus fréquente, à notre avis, est l'exagération d'action de l'extenseur du gros orteil, exagération qui, nous nous hâtons de le dire, n'est que relative, car elle n'existe que parce que les autres muscles qui agissent sur la première phalange et sur la saillie métatarsienne sont très affaiblis. Souvent, en effet, la force contractile de l'extenseur du gros orteil et de l'extenseur commun des orteils reste normale, alors que le jambier antérieur et les péroniers sont affaiblis. Or, dans la station sur l'avant-pied, l'extenseur propre du gros orteil et l'extenseur commun agissent pour appliquer l'avant-pied sur le sol ; mais cette action, si elle est isolée ou prépondérante, ne peut s'exécuter sans que la première phalange du gros orteil se renverse à angle droit sur son métatarsien.

L'aspect de ce pied, lorsqu'il est maintenu en l'air,

donne, par suite de ce renversement du gros orteil, une augmentation exagérée de la voussure plantaire ; mais cette augmentation n'est qu'apparente, car elle disparaît dès que l'on exerce une pression sur le métatarse, et c'est sans grand effort que l'on ramène cette masse proéminente à une ligne horizontale avec le talon. Dans tous les cas, l'empreinte prise sur le papier et même sans chercher à



Fig. 196.

obtenir un contact énergique avec le sol, montre très bien que la voûte plantaire s'affaisse dans la station. La plante du pied prend dans ces conditions une conformation irrégulière, en ce sens que la partie de l'avant-pied correspondant au premier métatarsien (talon antérieur) est déjetée en dedans et qu'elle appuie fortement et presque exclusivement sur le sol (fig. 196).

Le mouvement de bascule du gros orteil est manifeste

même dans le moment où le pied doit s'étaler largement et sans effort sur le sol, car on remarque que le gros orteil est bien plus rapproché de la masse métatarsienne que dans les empreintes normales, mais c'est surtout au moment de la station que cette action est des plus manifeste. On dirait une vraie crispation du pied, et à ce moment nous avons trouvé des faits que notre méthode seule permet de préciser et de découvrir. En effet, contrairement à ce que l'on pourrait supposer, au moment où le corps appuie tout entier sur l'avant-pied, le contact du gros orteil disparaît complètement (fig. 197). Il n'y a plus alors que les quatre derniers orteils, et surtout les trois derniers qui sont en



Fig. 197.



Fig. 198.

contact avec le sol, et enfin au dernier moment, c'est-à-dire lorsque le pied va quitter le sol, le contact de l'avant-pied est réduit à toute la masse du métatarse et au petit orteil (fig. 198). Ainsi le pied creux, ou en apparence creux de la figure 196, devient plat et dévié lorsqu'il s'applique sur le sol. Au premier moment de la station tous les orteils sont en contact avec le sol, puisque lorsque le corps avance et qu'il s'appuie sur l'avant-pied, le contact avec le premier métatarsien reste énergique, mais le gros orteil est relevé en l'air, et à mesure que la progression a lieu, il n'y a plus que le petit orteil et la masse métatarsienne qui supportent le poids du corps.

On conçoit que, dans ces conditions, la marche soit rendue difficile; elle prend en même temps un caractère sautillant, et la personne affectée de cette lésion se dandine légèrement en marchant.

C'est à tort, dans tous les cas, qu'on a classé ces déformations dans les pieds creux soit valgus, soit varus, c'est un *faux pied creux* et dans son traitement comme dans la plupart des symptômes douloureux, il se rapproche réellement du pied plat ; c'est donc l'action musculaire qui est l'agent important de ces déformations, et c'est sur les muscles qu'il faut diriger le traitement.

A côté du *faux pied creux*, nous devons signaler le *faux pied plat*, car, en sens inverse de ce que nous venons de dire pour des pieds en apparence creux, il existe des pieds qui paraissent plats et qui par leur contact avec le sol offrent plutôt les caractères du pied creux, ou dans tous les cas s'éloignent notablement de l'aspect des pieds plats. Le cas le plus typique nous a été fourni par un jeune garçon de treize ans, de constitution assez vigoureuse, mais qui avait grandi rapidement et qui avait pendant ce temps fait des courses assez fatigantes. Il nous fut adressé par un confrère qui avait diagnostiqué un pied plat, et nous-même au premier examen extérieur, nous fûmes convaincu que la déviation du pied et les douleurs assez légères qu'accusait ce jeune malade étaient bien celles d'un pied plat. La forme un peu contournée du pied et la possibilité de se tenir sur la pointe du pied nous frappèrent bien, mais sans que nous y fîmes grande attention, tellement nous étions convaincu d'avoir à faire à un pied plat, d'autant plus que la contractilité des muscles de la région antérieure était assez faible. Notre surprise fut grande lorsque l'empreinte du pied nous montra qu'à l'exception du gros orteil, aucun des or-

teils ne venait normalement en contract avec le sol (fig. 199). La voûte plantaire était, il est vrai, affaissée, et il n'y avait pas de cessation de communication entre le talon et l'avant-pied ; mais celui-ci, au lieu d'être régulièrement étalé comme dans le pied plat normal, était dévié presque comme dans un pied creux typique et le gros orteil seul était largement en contact avec le sol. En cherchant à faire appuyer



Fig. 199.

les autres orteils, en disant au malade de se mettre sur la pointe du pied, jamais nous n'avons pu obtenir autre chose qu'un léger contact de l'extremité du troisième orteil, et tous les autres orteils sont toujours restés soulevés en l'air.

Ainsi voilà un pied dont le contact avec le sol au dernier moment de la station est absolument différent d'un autre pied qui présente en apparence les mêmes symptômes. Au moment actif, l'un ne repose que sur la masse

métatarsienne et le gros orteil, l'autre ne repose que sur la masse métatarsienne et le petit orteil ; tandis qu'au repos le contact avec le sol est, à peu de chose près, le même pour les deux pieds. La marche pour tous deux est des plus fatigantes et pour tous les deux il y a une faiblesse réelle de tous l s muscles de la jambe et une diminution assez considérable de la contractilité électro-musculaire ; enfin il y existait chez tous les deux une exagération du tissu adipeux dans les membres inférieurs. La seule différence entre eux, c'est que, pour le faux pied creux, il y a de la faiblesse plus prononcée des pédieux, des interosseux et du jambier antérieur, tandis que, pour le faux pied plat, il y a de la faiblesse assez considérable des muscles du tendon d'Achille et du jambier postérieur.

Par conséquent, comme moyen de diagnostic, lorsqu'on doit examiner un enfant qui marche mal, la première des choses est de s'assurer de la configuration de la plante des pieds; cela est préférable à l'examen de la déviation, car celle-ci est quelquefois trompeuse et dans tous les cas compliquée; souvent en effet, tandis que la plante du pied a été primitivement déviée en dedans, la cheville restant à peu près droite, celle-ci arrive, quelque temps après, à tourner fortement en dedans, et le pied prend alors une direction oblique et externe. Cela se voit surtout chez les enfants un peu faibles, lorsqu'ils commencent à marcher, et, dans ces cas, la déviation du pied n'est nullement la même lorsque l'enfant est couché ou lorsqu'il est debout, le poids du corps acquérant ainsi une influence considérable. La configuration de la plante du pied reste au contraire uniforme, et quelle que soit la déviation, le pied conserve son aspect typique, qu'il soit plat ou qu'il soit creux.

En résumé, un pied franchement plat est toujours le ré-

sultat d'une parésie des muscles antérieurs et externes de la jambe, et un pied trop creux est typique d'une parésie des mucles postérieurs. La contracture de ces muscles donne évidemment des effets contraires à la paralysie, mais (c'est là encore une preuve que l'antagonisme n'existe pas réellement) la contracture des muscles antérieurs ne donne pas un vrai pied creux, et surtout un pied creux analogue à celui déterminé par la paralysie des muscles postérieurs ; de même la contracture de ces derniers muscles ne donne pas lieu à un pied plat ayant les caractères du pied plat produit par la paralysie des muscles antérieurs. Pour ne citer qu'un exemple, la contracture des muscles postérieurs donne lieu à un pied plat de forme triangulaire dont le talon serait le sommet, tandis que le pied plat déterminé par la paralysie des muscles antérieurs est tout autre : le contact est plus étendu, plus irrégulier, le talon large et souvent situé en dehors de la ligne médiane. A l'aspect général seul de ces empreintes, on peut diagnostiquer la lésion musculaire, présumer les muscles qui sont atteints, et affirmer que la déformation est le résultat d'une paralysie, d'une atrophie ou d'une contracture.

Enfin les différentes variétés dépendent de conditions spéciales à chaque malade. On comprend parfaitement qu'un enfant qui a une faiblesse générale aura, par le fait seul du poid du corps, une déviation différente de celui chez lequel une affection spinale ou rhumatismale aura localisé la lésion dans un muscle ou dans un groupe musculaire. D'un autre côté, un muscle, comme l'extenseur propre du gros orteil, conservant sa puissance normale à côté des autres muscles qui sont affaiblis, va par cela seul paraître contracturé et déterminera sur les articulations des attitudes anormales qui peuvent n'être qu'apparentes, et que

l'empreinte prise sur le sol au moment où le corps repose sur le pied peut seule préciser d'une façon exacte.

Enfin, dans le second mouvement de la station, il intervient de nouveaux éléments de déformation, car la résultante des contractions normales a pour effet de produire le resserrement de l'avant-pied, de manière que le poids du corps vienne porter sur la partie centrale du métatarse et sur l'extrémité des cinq orteils (fig. 200). Si ce resserrement de l'avant-pied se fait mal ou incomplètement parce qu'un muscle est affaibli, les autres muscles agiront à faux et tendront ainsi à déplacer le point d'appui. De là naîtront diffé-



Fig. 200.

rentes variétés de déformation (faux pied creux et faux pied plat). Le dernier temps, dans tous les cas, c'est-à-dire celui où le corps tout entier porte sur l'avant-pied, est le plus important, au point de vue de déformations imprimées, et par le poids du corps et par la traction musculaire. C'est ainsi que, pathologiquement, nous retrouvons la nécessité d'un appui solide sur la pointe du pied, et d'une synergie musculaire constante.

Traitement des pieds bots par les appareils orthopédiques. — Le traitement dépend naturellement des causes de déformation, et il est logique, alors que l'on a découvert une fai-

blesse musculaire, ce qui est le cas le plus fréquent, d'agir sur les muscles pour augmenter leur puissance. Si, au contraire, il y a de la contracture, il faut chercher à diminuer cet état irritatif du muscle; enfin, si la déformation est due à une malformation ou à une lésion articulaire, il faut avoir recours à des procédés un peu différents, mais qui, en réalité, se réduisent toujours à agir sur la déformation même et par des appareils orthopédiques et par des agents augmentant ou diminuant l'action musculaire.

Les *appareils orthopédiques* interviennent dans toutes les déformations du corps, et, avant d'étudier les autres modes de traitement, nous voulons montrer les avantages et les inconvénients des appareils orthopédiques. Comme pour toute chose, on en a exagéré et les avantages et les inconvénients. Quelques médecins ne recommandent que les appareils orthopédiques, d'autres au contraire les repoussent absolument, les accusant de comprimer les membres, d'empêcher la circulation, etc.

L'idée de mettre à côté d'un membre déformé un tuteur rigide et droit date de longtemps, et elle a dû venir à l'idée de toute mère qui s'est aperçue d'une déviation des membres; cette idée, en effet, est aussi logique et aussi naturelle que celle de mettre un tuteur aux jeunes arbres qui se courbent. Le Dr Andry, le premier qui ait fait un ouvrage sérieux d'orthopédie et qui a le premier employé le mot orthopédie, donne même dans son ouvrage une gravure représentant un arbre tordu lié contre un pieu, pour montrer, dit-il, « qu'il faut s'y prendre, pour redresser la jambe, comme on s'y prend pour redresser la tige courbe d'un jeune arbre ».

C'est bien là le rôle des appareils orthopédiques; ce sont des soutiens, des tuteurs; ils donnent un point d'appui

rigide, qui permet d'exercer une traction sur les différentes parties du corps, et surtout ils s'opposent à ce que les déformations puissent continuer à se produire dans le même sens. Ce sont des agents passifs, mais qui ne peuvent pas plus par eux-mêmes guérir la cause d'une déviation qu'un pieu ne peut rendre l'arbre plus vigoureux ou plus épais. Leur rôle est très important; mais, à vrai dire, ils ont presque toujours besoin d'être employés simultanément avec d'autres moyens thérapeutiques; ce sont des accessoires, tandis que le traitement essentiel doit être dirigé sur l'état général et sur les lésions locales. Ni un corset orthopédique ni un appareil à pied bot ne guérissent quoi que ce soit, mais ils sont excellents pour laisser au corps ou à la lésion le temps de guérir et pour empêcher pendant ce temps les déviations de se compliquer et d'augmenter. Une jeune fille anémique, mal réglée, ayant une légère scoliose, pourra rester des mois et des années avec un corset orthopédique, sans avoir d'amélioration réelle, tandis qu'une autre dont la déviation aura été même beaucoup plus considérable, si elle arrive à se bien nourrir, à être bien réglée, à raffermir ses muscles, sera aussitôt guérie et pourra quitter ses appareils. Il en sera de même pour la plupart des pieds bots.

Aussi les appareils orthopédiques doivent-ils surtout remplir un rôle préventif, et, dans tous les cas, c'est surtout ainsi qu'ils donnent d'excellents résultats. Pour le pied surtout, il est important qu'une tige métallique vienne consolider l'articulation tibio-tarsienne, afin que le poids du corps ne puisse faire dévier la cheville, et dans les paralysies infantiles, au bout de plusieurs mois, on aperçoit une différence très grande entre les membres atrophiés où un appareil a été mis dès le commencement et ceux où l'on a attendu des mois et des années avant de soutenir ainsi la

cheville. Les figures 201 et 202 montrent très nettement les avantages des appareils orthopédiques pour empêcher les déformations; toutes deux représentent la plante des pieds d'enfants atteints de paralysie atrophique infantile et chez lesquels les muscles antérieurs du pied étaient paralysés. Pour l'enfant de la figure 202, nous avons dès le début fait porter un léger appareil orthopédique, ou du moins dès que l'enfant a pu et a dû se mettre sur ses pieds; la figure 201, au



Fig. 201.



Fig. 202.

contraire, représente la plante du pied paralysé, l'enfant étant resté plus d'un an sans porter d'appareil en faisant ainsi des courses assez considérables. On voit que le pied aussitôt est déformé d'une façon très prononcée; il est recourbé en arc de cercle et ramassé du côté des orteils, faisant saillir en haut le deuxième orteil, qui ne touche pas le sol.

L'absence d'appareil n'empêchait pas la marche dans ce

cas; mais cette absence a laissé s'accentuer la déformation évitée dans le cas analogue où l'on avait mis un appareil. C'est bien là, nous le répétons, le rôle des appareils orthopédiques, et ils rendent sous ce rapport, avec le temps, des services réels.

Les appareils orthopédiques ajoutent forcément un poids plus ou moins considérable, ils emprisonnent les parties déviées et compriment les vaisseaux sanguins. Ce sont là des reproches que l'on fait quelquefois, reproches qui ont quelque raison d'être, mais que certains médecins exagèrent, ne serait-ce souvent que pour indiquer un traitement opposé à celui qui a été suivi. Presque toujours, les parents sont frappés de ce faux raisonnement, d'autant plus que l'enfant qui a porté un appareil orthopédique, dans des cas de paralysie atrophique, marche souvent beaucoup mieux au moment où on enlève l'appareil. Cela tient à ce qu'il sent dans ce moment sa jambe plus légère et qu'elle l'est en réalité; de plus, les articulations se maintiennent pendant quelque temps dans leurs rapports normaux et ne contrarient pas encore par leur déplacement les mouvements de la marche. Mais peu à peu, si l'appareil reste enlevé, les déplacements surviennent, les déviations s'accentuent, et l'on perd rapidement les bénéfices des appareils.

Pour l'articulation tibio-tarsienne, la raideur amenée par les appareils est un faible inconvénient, car presque toujours la cheville est trop relâchée, et, dans tous les cas, on peut facilement laisser du jeu à l'appareil, mais il n'en est pas de même pour les articulations du tarse et du métatarse. Celles-ci se trouvent forcément immobilisées, et de plus, la semelle rigide rend difficiles les mouvements de l'avant-pied. Le seul moyen de remédier à ces inconvénients est de faire bomber la semelle et d'ôter de temps en

temps les appareils, lorsque l'enfant ne doit pas marcher[1].

Les appareils orthopédiques du pied doivent donc surtout avoir pour but d'empêcher la cheville de tourner ce qui entraîne une série de déformations. Il faut que l'appareil soit aussi simple que possible et qu'il ne comprime pas trop les tissus. C'est pour cela qu'une guêtre en coutil fort est préférable à des bandes élastiques. C'est à cette guêtre que Duchenne de Boulogne faisait attacher les



Fig. 203.

muscles artificiels, dont il s'est beaucoup servi, au moins pendant une certaine période de sa pratique, mais auxquels il semble avoir renoncé vers la fin de sa vie. En effet, ces muscles et tendons artificiels compliquent l'appareil et n'ont qu'une action peu importante. C'est toujours la théorie des antagonistes qui lui a fait mettre ces muscles artificiels de

1. Dans quelques cas, il est utile d'employer des appareils de nuit, mais cela seulement lorsqu'il y a des déformations très marquées et surtout des déformations congénitales. Les appareils de nuit ont dans ces cas une action plus active que les appareils de jour, car ils trouvent les articulations plus souples, les muscles étant dans le relâchement.

manière « à rétablir l'équilibre ». Mais malheureusement cet équilibre ne peut être rétabli, car tout ce que l'on peut faire, c'est que les muscles ne puissent dépasser l'action qu'ils doivent avoir normalement, et nous croyons que Duchenne de Boulogne se faisait illusion lorsqu'il espérait, avec un long péronier latéral artificiel, augmenter la voûte plantaire et guérir le pied douloureux. Le seul muscle artificiel utile dans les appareils orthopédiques est celui qui agit dans le sens du jambier antérieur et des extenseurs des orteils, mais encore n'a-t-il sa raison d'être que dans un pied artificiel (fig. 203). Dans ces cas, en effet, il est important que la pointe du pied puisse se relever au moment où le pied va poser sur le sol. Ce mouvement mécanique est d'un autre côté facile à obtenir et nécessite peu de force, tandis qu'il n'en est pas de même pour les autres mouvements du pied.

Enfin c'est également pour ne pas enlever leur souplesse à ces articulations que le massage est utile. Mais il est important que les personnes qui massent ne veuillent pas absolument faire agir les articulations et les muscles, et ne se figurent pas, comme cela arrive trop souvent, que plus fortement ils masseront, plus vite arrivera la guérison ; c'est le contraire qui a lieu souvent, car les masseurs arrivent, par l'exagération de leurs procédés, à fatiguer les muscles et même quelquefois à énerver les malades.

Nous croyons que, dans la plupart des cas, les fortes frictions sèches sont plus utiles, surtout lorsqu'on veut augmenter la circulation périphérique et par suite la nutrition des tissus. Le massage, tel qu'il se pratique d'ordinaire avec des corps gras et des pressions plus ou moins énergiques, ne doit guère être employé qu'autour des articulations et lorsqu'on veut agir sur les tissus profonds.

Le léger pied bot varus est très commun chez les

enfants faibles, et, quand il est très prononcé, on soupçonne volontiers une paralysie atrophique; la contractilité faradomusculaire aura bien vite éclairé ce diagnostic, car, si elle existe même à un faible degré et d'une façon uniforme, on peut presque à coup sûr, affirmer qu'il ne s'agit que d'une simple parésie. D'un autre côté, il suffit souvent d'une dizaine de séances pour que le pied reprenne sa forme normale et que la marche soit devenue très facile, ce qui n'existe jamais dans la paralysie atrophique.

Lorsque la déviation est très prononcée, et surtout s'il y a une grande mobilité de l'articulation tibio-tarsienne, si d'un autre côté il n'est pas possible pour une cause quelconque de suivre un traitement électro-thérapique sérieux, on fera bien de faire porter aussitôt un petit appareil orthopédique composé d'une tige et d'une guêtre. Si la déviation est assez faible, on pourra se contenter de faire faire des souliers *lacés* avec des contreforts des deux côtés.

Pour les contreforts, nous recommandons spécialement de ne pas les faire trop durs, car alors ils blessent le cou-de-pied et sont mal supportés. Il suffit quelquefois de mettre latéralement, dans l'épaisseur du soulier, deux petites tiges en osier ou même en baleine, séparées par un intervalle de 1 à 2 centimètres. Cela est suffisant pour maintenir le pied, et cela a de plus l'avantage de ne pas autant le comprimer et surtout de ne pas le gêner dans la marche.

Dans les cas bénins, ou lorsque l'amélioration s'obtient rapidement, il est plus avantageux, au lieu d'appareils orthopédiques avec tuteurs métalliques, etc., de se servir d'une semelle ayant à la partie correspondant à la voûte plantaire une petite élévation obtenue par un morceau de liège. L'épaisseur de cette saillie en liège varie un peu selon

les individus, mais en général nous la faisons faire de 2 centimètres, 1/2 à l'intérieur et 2/3 de centimètre à l'extérieur. Il est aussi préférable de la faire mettre d'abord sur une semelle indépendante, de manière à pouvoir facilement la modifier jusqu'à ce qu'on ait trouvé les dimensions qui conviennent le mieux, et plus tard on l'adapte directement à la semelle de n'importe quelle chaussure.

Cette simple disposition fait cambrer à la longue la plante du pied; mais elle ne doit être employée, cela va de soi, que lorsqu'il y a pied plat ou tendance au pied plat. Ainsi, c'est à tort que nous avons vu disposer d'une façon à peu près analogue un appareil orthopédique où l'empreinte du pied nous donnait un pied creux exagéré. Dans ces cas, au contraire, il faut, par une bande qui appuie sur la partie supérieure du cou-de-pied, tâcher d'abaisser la voûte plantaire.

Dans les premiers temps, ces simples modifications de la chaussure amènent un peu de gêne, mais cela disparait assez rapidement. Dans tous les cas, il ne faut pas chercher à loger dans les cavités les parties de la plante du pied qui ont une tendance exagérée à s'abaisser; cela, à la rigueur, peut être utile chez des personnes âgées, où il est difficile d'obtenir des modifications rapides et durables de l'état des muscles; mais, pour les enfants et les adolescents, il vaut mieux combattre énergiquement ces déformations, car bientôt la marche en devient plus régulière et plus facile.

Lorsque la paralysie est plus complète, lorsqu'elle est le résultat d'une paralysie atrophique infantile, il ne faut jamais hésiter à mettre de suite un appareil orthopédique; le plus tôt, dans ce cas, sera le mieux. La plupart de ces appareils sont construits sur le même modèle, et la des-

cription de l'un, sauf quelques modifications de détail, est à peu près typique pour tous ceux du même genre.

Pour un pied bot paralytique ou pour celui qui est rendu momentanément paralytique par la ténotomie, il faut, si l'on veut obtenir l'action la plus puissante, avoir deux tiges métalliques servant de tuteurs latéraux, tuteurs qui seront fixés sur une semelle rigide. Ces tiges reliées ensemble ne

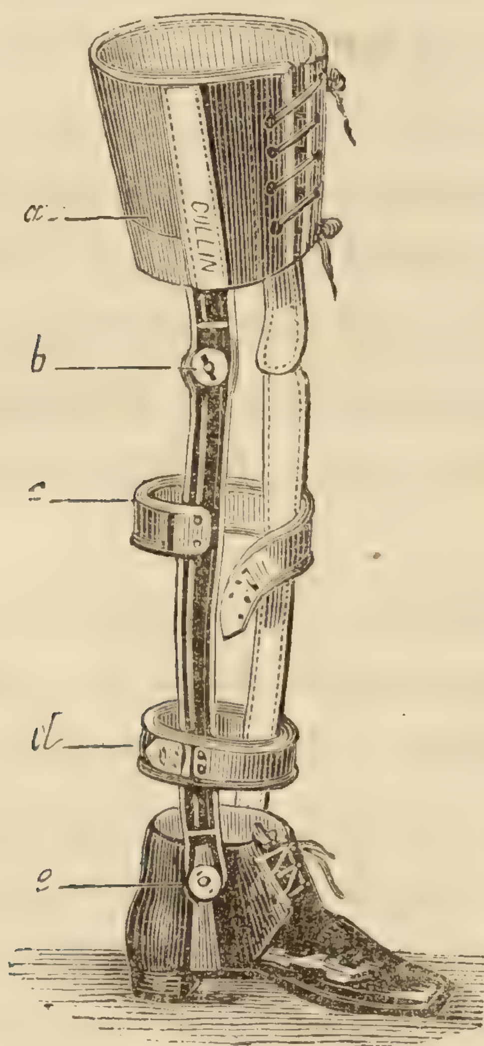


Fig. 204.

doivent pas toujours monter jusqu'au genou; il suffit de les faire arriver jusqu'à mi-mollet. D'un autre côté, il est très avantageux de ne jamais les fixer aux chaussures, comme cela se fait encore souvent (fig. 204). Cette dernière pratique a plusieurs inconvénients : d'abord la chaussure s'use toujours avant l'appareil, et il faut alors toujours recourir à des chaussures spéciales; pendant ce temps l'enfant ne peut

porter l'appareil. En second lieu, la chaussure se déforme facilement suivant la pression du pied, et, au lieu d'agir alors sur la déformation primitive, elle n'oppose plus une action dans ce sens. Enfin, ce genre d'appareil est beaucoup moins élégant, et pour beaucoup de parents, il a l'inconvénient de bien montrer à tout le monde que l'enfant a une affection paralytique.

Avec l'appareil entrant dans une chaussure, on a au contraire l'avantage de pouvoir mettre par-dessus celle-ci,

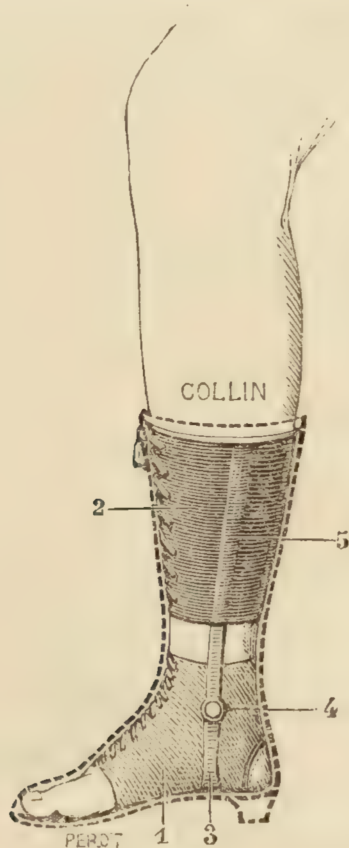


Fig. 205.

n'importe quelle chaussure et de maintenir cependant le pied dans la position voulue, et de plus avec des pantalons longs ou des guêtres on parvient à dissimuler complètement l'appareil.

Duchenne de Boulogne a fait construire pour ces cas un appareil à guêtre et à molletière qui a pour but d'immobiliser les mouvements latéraux du pied, et dont l'étrier est limité de manière à ne permettre que des mouvements très peu étendus d'extension et de flexion (fig. 205). La

molletière est de trop, car elle peut être remplacée avec avantage par une simple bande, dont une partie en arrière est renforcée par une sorte d'anneau métallique.

Un appareil très simple est celui que M. Collin a construit sur les indications de Nélaton (fig. 206). Il se compose d'un seul tuteur placé en arrière. Pour appliquer cet appareil, il faut d'abord assujettir solidement le pied sur la semelle de l'appareil au moyen de la guêtre lacée et des courroies, puis à l'aide des deux mains, on redresse le pied

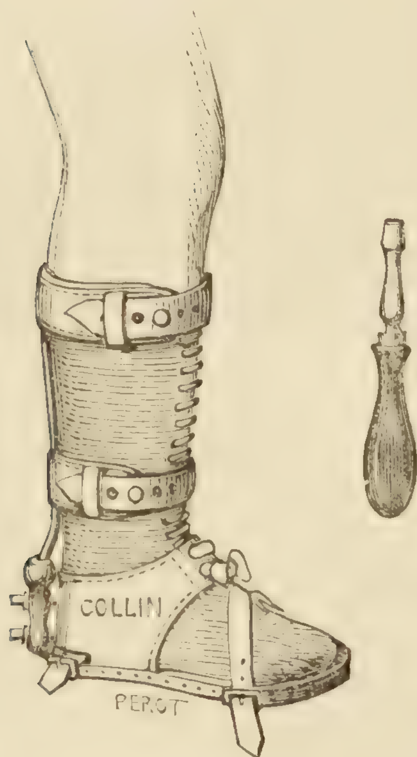


Fig. 206.

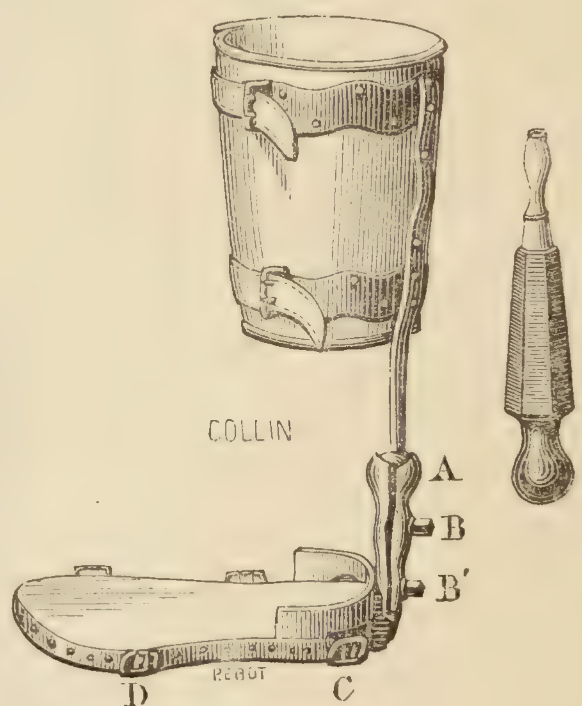


Fig. 207.

autant que possible en réduisant l'équinisme, le varus, et en ramenant l'avant-pied en dehors. Un aide serre les vis de l'articulation en genouillère pour fixer en même temps l'appareil et le pied.

Lorsqu'on emploie des appareils de nuit, il faut en général les former d'une sandale en bois sur laquelle on fixe le pied et à laquelle on donne la disposition voulue selon les déviations du pied (fig. 207). Il n'y a guère que pour les pieds bots de naissance, ou pour ceux dont la formation est

très considérable, que nous sommes partisan des appareils de nuit.

Il est rare que les muscles du pied soient les seuls atteints dans la paralysie atrophique, et presque toujours il y a un ou deux muscles de la cuisse qui sont également atrophiés. Cette circonstance complique beaucoup les appareils pour les pieds, car il faut alors faire remonter les tuteurs jusqu'à la hanche. Très souvent, le droit antérieur est le seul muscle atrophié; mais si malgré sa lésion il conserve encore assez de force pour maintenir la jambe, il est inutile d'avoir l'appareil remontant jusqu'à la hanche; aussi la première des choses à examiner dans ces cas est de faire tenir l'enfant sur cette seule jambe, et si cela est possible, malgré la faiblesse de la jambe, il ne faut songer à mettre un appareil complet que si l'on veut en même temps agir sur la tendance de la jambe à tourner en dehors.

C'est cette tendance à tourner la jambe en dehors qui frappe le plus les gens du monde et dont ils veulent souvent, à toute force, placer la cause dans le pied et la jambe, tandis qu'elle dépend toujours de la tête du fémur et qu'elle est par conséquent difficile à combattre avec des appareils qui ne remontent pas jusqu'à la hanche. Cependant, on peut arriver, avec des appareils ne remontant que jusqu'à demi-cuisse, à s'opposer en partie à cette rotation en dehors. Pour cela on emploie un lien élastique qui prend son point d'appui à une ceinture, et dont le croisement combat l'action rotative.

Pour l'atrophie des muscles du tendon d'Achille les appareils sont à peu de chose près les mêmes, car en somme, ils ne peuvent qu'opposer une certaine résistance à la déformation de la cheville, et cela prouve bien que nous avions raison en disant que c'est à cela que se réduit l'action des

appareils. D'un autre côté, les déviations se font moins facilement dans la paralysie des muscles postérieurs de la jambe que dans celle des muscles antérieurs et externes, et par conséquent, dans ces cas, l'absence d'appareils n'a pas les mêmes conséquences que pour le pied bot varus. Dans la rétraction des muscles du tendon d'Achille, l'appareil a l'avantage de donner un point d'appui pour fixer une petite molletière, ou mieux une sorte d'anneau en cuir assez large, qu'on lace au-dessous du mollet et qui se fixe en bas à un bouton métallique placé sur la semelle métallique. De cette façon, le talon est attiré en bas.

Enfin dans le pied bot équin, il est avantageux de faire une chaussure avec une semelle plus haute, non sous le talon (comme cela se fait trop souvent), mais bien sous l'avant-pied, car la pression sur le sol et le poids du corps, ont alors l'avantage de relever la plante du pied, et par conséquent d'abaisser le talon.

Lorsque la contracture est ancienne et réelle, et surtout lorsqu'elle est localisée dans un seul muscle, la *ténotomie* est utile; mais à vrai dire elle ne paraît guère nécessaire que dans la contracture puissante des muscles du tendon d'Achille. Cette opération, d'ailleurs, si en honneur il y a quelques années, est beaucoup abandonnée, et cela grâce surtout aux travaux de Malgaigne. La ténotomie, en effet, ne fait souvent qu'améliorer d'une façon apparente la déviation; le membre reprend à peu près sa position normale, mais il n'acquiert aucune facilité dans les mouvements. Comme l'avouait Bouvier, « à supposer qu'on arrive à procurer au malade un membre moins difforme, il peut se faire qu'il soit moins agile à remplir ses fonctions ».

Il est certain que la ténotomie a toujours pour conséquence de paralyser, au moins en partie, l'action des muscles,

et que lorsqu'il y a, par exemple, une paralysie atrophique de l'enfance, et que les autres muscles sont atteints et ont perdu une grande partie de leur force, la ténotomie des seuls muscles actifs rend les mouvements encore plus difficiles.

Le fait suivant, rapporté par Malgaigne est typique, et c'est pour cela que nous le résumons :

« Un jeune homme de vingt-sept ans, entré depuis peu à Bicêtre, vint me demander l'autorisation nécessaire pour faire raccommoder une paire de bottines spéciales à l'aide desquelles il marchait péniblement, mais sans lesquelles il ne marchait pas du tout. Il était porteur, depuis son enfance, d'un double pied bot varus congénital; personne n'avait songé à le guérir. Il était arrivé ainsi à vingt-quatre ans, s'était fait à sa difformité, marchait aisément, courait avec agilité, montait aux échelles, etc. Il faut que vous sachiez bien que le pied bot même complet ne s'oppose pas à la marche, et que certains individus se font très bien à cet état. Notre malade était donc de ce nombre. Mais, pensionnaire des hospices, il habitait l'un de ces établissements et attira l'attention du chirurgien ; la ténotomie était à l'ordre du jour [1]; on voulut le guérir de sa difficulté. Le jeune homme fut d'abord difficile à persuader, mais enfin il consentit, et Bouvier appliqua le traitement. Six à huit sections furent successivement faites à chaque pied; des machines furent appliquées et le pied déroulé; mais le jour où l'on voulut le faire lever, la marche était devenue presque impossible. On le munit de bottines mécaniques, de béquilles; on l'exerça à la marche, et un

1. C'est également la théorie de l'antagonisme qui a été la cause de cette tendance à faire de la ténotomie partout et pour tout. L'insuccès de ces opérations démontre également l'erreur de la théorie exagérée de l'antagonisme musculaire, surtout pour le pied.

beau jour l'administration l'expédia à un fermier qui voulait un valet de ferme. Mais son travail lui fut impossible, si bien qu'au bout de quelques jours le fermier le renvoya. Il fallait pour revenir à Paris prendre la diligence qui passait à environ une lieue de là. Il fit ce trajet à pied et ne mit pas moins de six heures à l'accomplir, tandis qu'avant l'opération il faisait facilement une lieue à l'heure. »

La campagne que fit Malgaigne contre les sections à tout propos, car on est allé jusqu'à proposer de faire de la ténotomie pour le bégaiement, a eu pour résultat de limiter les opérations de ce genre à la section du tendon d'Achille dans le pied équin; mais il est toujours important, même dans ce cas, de s'assurer que la contraction n'est point seulement une simple augmentation de la tonicité des muscles les plus puissants, car alors le traitement par des courants continus et quelques appareils contentifs donne de meilleurs résultats que la ténotomie.

Nous avons présent à l'esprit le cas d'une enfant de six ans atteinte d'une hémiplégie infantile légère, et qu'on nous avait prié d'examiner. Le bras droit et la jambe droite étaient légèrement contracturés, avec mouvements limités et difficiles surtout pour les doigts. Le pied était en équin, mais on pouvait assez facilement abaisser le talon; nous avions l'intention d'en prendre l'empreinte, mais des circonstances accessoires nous en empêchèrent dans le moment; plusieurs mois après, cette enfant nous revenait marchant différemment, plus mal peut-être, mais marchant il est vrai sur son talon, grâce à une opération de ténotomie. Les parents, désolés de voir le talon resté toujours élevé et n'ayant pas la patience d'attendre les effets d'un traitement simple, s'étaient laissés persuader par un chirurgien qui les assurait qu'aussitôt après son opération, le pied bot serait guéri. De

fait, l'équinisme disparut aussitôt, mais la marche devint en même temps plus difficile, car elle présente actuellement les symptômes de la paralysie des muscles du tendon d'Achille, comme le démontre la figure 208.

Cette empreinte du pied est en effet, à fort peu de chose près, celle que nous avons constatée dans la paralysie atrophique du triceps sural et du jambier postérieur, et il est assez curieux de voir que, plusieurs semaines après l'opéra-



Fig. 208.

tion, le pied dont l'empreinte se rapprochait de celle de la figure 165, devient actuellement pied creux. C'est l'abaissement du talon qui évidemment est la cause de ce pied creux, et cela se comprend aisément, car la section du tendon a les mêmes résultats que l'atrophie de son muscle.

Tout récemment enfin nous avons vu une jeune fille de dix-neuf ans qui, après avoir longtemps hésité à se faire faire la ténotomie du tendon d'Achille (elle avait une parésie atrophique des jambiers et des péroniers) finit, pour obtenir

un pied plus normal, par demander cette opération. Elle n'en éprouva aucun avantage, car elle vint nous trouver pour combattre la plus grande faiblesse de sa jambe. Avant l'opération, disait-elle, elle pouvait danser, tandis que, depuis, cela lui était devenu presque impossible.

Nous ne saurions avoir d'opinion bien arrêtée pour les pieds bots congénitaux, car le traitement doit différer selon les cas; mais néanmoins nous avons pu constater quelquefois combien l'emploi de l'électricité et de petits appareils orthopédiques avait de bons résultats. Ainsi,



Fig. 209.



Fig. 2.0.

dans l'empreinte (fig. 209), on voit nettement la déformation du pied, déformation caractéristique d'un pied bot congénital où les plans articulaires sont irréguliers et comme tordus pour faire place après quinze mois de traitement à un pied évidemment encore anormal (fig. 210), mais dont la configuration est bien meilleure et plus avantageuse.

Dans ce cas, l'électrisation seule n'aurait évidemment pas donné un pareil résultat, et la nécessité des appareils est évidente; mais par contre, sans l'électricité, nous doutons qu'on ait pu obtenir aussi facilement une amélioration considérable. Il n'a été fait, d'un autre côté, aucune section

tendineuse, mais plusieurs fois par jour on faisait de petites manipulations, de manière à combattre l'enroulement du pied; ces manipulations étaient assez courtes, mais fréquentes.

Traitement des pieds-bots par l'électricité. — Les agents qui augmentent l'action musculaire sont évidemment tous ceux qui favorisent la circulation dans le tissu musculaire ou qui stimulent les combinaisons chimiques intimes de ces tissus. L'électricité est incontestablement au premier rang de ces agents, et nous allons exposer sommairement son emploi dans les différents cas de déformation de la jambe. Dans le pied-bot varus ordinaire, produit par un léger affaiblissement des muscles de la région externe et antérieure de la jambe, on doit électriser surtout le jambier antérieur et les péroniers. Selon la tolérance de l'enfant, on pourra employer l'un ou l'autre des courants, soit les courants induits, soit les courants continus, mais il sera bien préférable d'employer les deux simultanément. On fera directement sur chaque muscle quelques excitations avec les courants induits, de manière à le faire contracter, mais sans trop insister; puis on fera passer un courant continu descendant le long du trajet des nerfs.

Comme nous l'avons déjà dit, dans le pied-bot ordinaire ou dans le simple pied plat douloureux, nous électrisons toujours, en même temps que le long péronier latéral, les autres muscles de cette région, et nous nous en trouvons beaucoup mieux que de localiser les excitations dans le seul muscle long péronier latéral. Comme, en général, le pied plat douloureux existe chez les personnes dont les muscles du pied, pour une cause ou pour une autre ont subi un certain degré d'affaiblissement, il est logique d'agir sur tout le groupe musculaire. Nous employons presque toujours les

courants induits directement sur les muscles, et les courants continus, en plaçant le pôle positif sur la région lombaire et le pôle négatif sur le nerf poplité externe.

L'amélioration a lieu souvent avec une très grande rapidité, et nous avons vu des malades, pour lesquels il avait été pris mesure d'appareils orthopédiques, guérir presque pendant l'intervalle de temps nécessaire pour la fabrication complète de ces appareils. Tout récemment, un jeune homme, valet de chambre, qui était entré dans la clinique chirurgicale d'un hôpital et qui en était sorti au bout de deux mois, souffrant encore presque autant de son pied, a été guéri par nous en dix séances. Le chirurgien s'était contenté, à l'hôpital, de mettre un appareil et des vésicatoires.

Il ne se passe guère de mois où nous n'ayons à soigner un pied plat douloureux, et nous pouvons affirmer, avec Duchenne de Boulogne, qu'aucun traitement n'est aussi efficace que l'électrisation des muscles par les courants continus et par les courants induits. Ajoutons que, dans tous les cas, ce traitement est facile et sans aucun inconvénient; il ne demande la plupart du temps, excepté chez les enfants délicats, ni une connaissance bien complète en anatomie, ni des appareils électriques bien conditionnés.

De même que dans le pied plat il est utile d'électriser les muscles de la région antérieure et externe, de même dans le pied creux il est nécessaire d'électriser le triceps sural et le jambier postérieur. On emploiera également les deux espèces de courants, les courants induits directement sur les muscles, et les courants continus le long du trajet des nerfs qui se rendent à ces muscles.

Il n'y a que dans le pied équin causé par de la contracture, que l'emploi exclusif des courants continus est avantageux.

Altération des muscles de la cuisse. — L'atrophie localisée dans les muscles de la cuisse est rare dans les paralysies atrophiques, mais cependant on peut l'observer. Dans ces cas, la déviation porte sur le genou, qui est subluxé en dedans et en arrière, et dont les tendons intra articulaires offrent moins de solidité. L'articulation de la hanche est presque toujours en même temps relâchée, car les muscles qui s'insèrent autour de cette articulation sont le plus souvent également affaiblis. Ce relâchement dans les articulations, est des plus remarquables, car il montre bien que du moment que les muscles sont atrophiés autour d'une articulation, celle-ci perd de sa solidité, et cela au point que souvent, pour l'articulation de la hanche, nous avons vu des chirurgiens diagnostiquer uniquement une luxation congénitale ou acquise, alors que la cause réelle était l'atrophie musculaire. Certes, il y a, dans ce cas, luxation ou du moins pseudo-luxation, car la tête du fémur n'est point retenue solidement dans sa cavité, et les moindres mouvements imprimés sur la jambe font basculer l'os et éloigner en partie la tête du fémur de l'os coxal, mais ce n'est point là une luxation réelle et primordiale, ce n'est que la conséquence d'une faiblesse des mucles qui entourent l'articulation. Aussi le vrai traitement consiste à fortifier ceux-ci, et non, comme nous l'avons vu faire, à mettre des appareils qui contiennent et emprisonnent pour ainsi dire cette articulation.

Contractures des muscles de la cuisse. — Les contractures des muscles de la cuisse sont en général localisées dans les muscles postérieurs, et tandis que la paralysie atteint spécialement les muscles antérieurs, on peut presque donner comme loi générale que la contracture se localise dans les muscles postérieurs, c'est-à-dire dans le triceps crural, dans les muscles demi-tendineux, demi-membraneux, dans le

biceps et surtout, même dans les affections générales, dans les adducteurs. La contracture de ces derniers muscles donne souvent lieu à des erreurs de diagnostic, principalement quand toute la masse pelvi-trochantérienne est atteinte en même temps par la contracture.

Souvent il existe en même temps de l'arthralgie, et nous avons observé deux faits de ce genre, où des chirurgiens des plus renommés ont cru et soutenu que l'affection était une coxalgie, et l'ont traitée pour telle. L'un d'eux voyant que l'immobilité dans une gouttière, etc., ne donnait aucun résultat, proposait même, croyant fermement à une lésion inter-articulaire, de sectionner la tête du fémur. Nous eûmes toutes les peines du monde à l'en dissuader et la seule chose qui put le convaincre, fut l'abaissement de la jambe sous l'influence des courants continus. Cette jeune fille est restée des années avec des douleurs revenant par intermittences, siégeant toujours dans la masse musculaire pelvi-trochantérienne qui devenait à chaque crise plus dure et plus contracturée. Il n'y avait ni douleur ovarique, ni crise nerveuse et cependant l'affection était essentiellement une contracture hystérique. Un fait important était non seulement le rallongement de la jambe sans l'influence des courants continus, mais ce même rallongement pendant le sommeil. Ce seul symptôme permettait d'affirmer que la contracture musculaire jouait un rôle important dans cette affection.

Chez les jeunes filles et quelquefois aussi chez de jeunes garçons, la contracture légère des muscles qui entourent l'articulation coxo-fémorale est prise pour une coxalgie vraie, et le diagnostic différentiel est des plus difficiles à établir ; car même la chloroformisation ne peut pas toujours donner des résultats absolument précis : d'abord parce que,

dans l'arthrite légère ou commençante, l'articulation peut être trouvée peu malade, et les mouvements devenir plus faciles sous l'influence du chloroforme, la contracture intervenant presque toujours également dans ces affections articulaires; en second lieu, alors que les troubles dans la marche sont réellement dus à la contracture, on peut croire à une lésion de l'articulation, car on trouve fréquemment de l'hypéresthésie des surfaces articulaires, de la diminution de la synovie et de légers craquements qui succèdent à une immobilité prolongée de l'articulation. La coxalgie hystérique est le type de ces contractures, et l'on sait combien est difficile le diagnostic différentiel de cette affection.

La coxalgie hystérique survient sans crise antérieure, et presque toujours elle est accompagnée d'arthralgie; ce sont les douleurs vives qui existent dans l'articulation au moindre mouvement imprimé, qui la plupart du temps font croire à une inflammation. Quoiqu'on ait donné comme caractère différentiel la douleur superficielle dans la coxalgie hystérique et la douleur profonde dans la coxalgie vraie, il est certain que cette différence est moins nette qu'on ne l'a dit. Très souvent nous avons trouvé une douleur profonde des plus vives dans la coxalgie dite hystérique, dès qu'on veut déplacer dans un sens ou dans l'autre la tête du fémur, tandis qu'il n'y a pas de douleur et quelquefois même il y a comme un soulagement lorsqu'on pousse fortement le fémur dans la cavité cotyloïde.

Les contractures qui donnent lieu à la coxalgie hystérique sont presque toujours réflexes et dépendent de l'hypéresthésie des surfaces articulaires; nous croyons volontiers qu'il y a toujours, dans ces cas, de l'arthralgie. On ne songe pas souvent à cette complication, car on est habitué à ne prêter aucune sensibilité aux surfaces articulaires; la sensibilité si

exquise de tissus normalement insensibles est, en effet, bien difficile à expliquer; on ne comprend pas comment des surfaces qui d'ordinaire subissent toutes les pressions, tous les mouvements, sans la moindre sensation, deviennent tout d'un coup tellement sensibles que le plus léger déplacement cause des douleurs affreuses. Nous tenons de Claude Bernard (communication orale) que Magendie avait été frappé de ces faits, et qu'il lui avait dit ces mots très justes : « Rien n'est aussi sensible que des tissus insensibles lorsqu'ils se trouvent dans des états pathologiques. » Cela est vrai, dans bien des affections, et spécialement pour la coxalgie hystérique, et souvent aussi, surtout les premiers jours de sa production, pour le pied-bot hystérique.

En dehors des contractures réflexes de la coxalgie hystérique et du pied-bot hystérique, les membres inférieurs sont souvent le siège, chez des femmes nerveuses, de contractures peu accentuées, mais assez fortes pour gêner la marche et la rendre douloureuse. Plusieurs fois déjà nous avons eu l'occasion d'observer chez des jeunes filles et chez des femmes qui se plaignaient de ne pouvoir lever facilement la jambe et d'éprouver au niveau du pli de l'aine une douleur sourde constante, une contracture des muscles adducteurs. Cette contracture rend la marche pénible; elle est souvent très tenace et dure des mois entiers. Elle augmente souvent au moment de la période menstruelle, et s'accompagne quelquefois de troubles de la sensibilité au voisinage des muscles contractés. Quelquefois, au contraire, au moment même de la période menstruelle, cette contracture diminue, et c'est le meilleur moment pour la marche. Nous en avons observé un cas des plus nets chez une jeune fille qui, à la suite d'une fatigue à la marche sous la pluie, et d'un léger refroidissement contracté sur des chaises en

fer, avait eu des douleurs dans une jambe. Après la disparition des douleurs aiguës, il était resté de la difficulté de la marche et un peu de claudication, avec des intermittences d'amélioration. La localisation des contractures dans les muscles adducteurs de la cuisse nous fit diagnostiquer une légère contracture, ou mieux une contracture hystérique, alors même que la jeune fille n'était nullement nerveuse qu'elle n'avait jamais eu de crise quelconque hystériforme et qu'il n'y avait pas de douleur ovarique. Il faut remarquer néanmoins, ce qui expliquerait très bien cette tendance à un état chronique de nature hystérique, que le refroidissement et la fatigue de la jambe ont eu lieu au moment même où la malade avait ses règles.

Dans tous les cas, chaque fois qu'il y a chez une jeune fille une affection de la hanche ou de la jambe, il faut songer aux contractures hystériques, et avoir présents à la mémoire les caractères généraux de cette maladie et de la coxalgie vraie. Dans une de ses cliniques, Verneuil a très bien résumé cette question, et il a donné les deux tableaux suivants, qui, à première vue, indiquent les différences de ces deux affections :

Coxalgie vraie. — Au début. — Abaissement ou allongement de la jambe. — Adduction. — Rotation en dehors.

Deuxième période. — Raccourcissement apparent ou réel. — Adduction. — Rotation en dedans.

Coxalgie hystérique. — Raccourcissement de la jambe. — Adduction. — Rotation en dehors. — La plupart du temps, douleur ovarique.

Modifications ou difformités de la jambe saine. — Lorsqu'une seule jambe est malade, la jambe saine éprouve des modifications assez importantes et qui sont la conséquence de son fonctionnement isolé, et aussi des efforts instinctifs faits par le membre sain, pour arriver à la longueur du membre malade.

Nous avons déjà vu que la plante du pied du membre sain devenait plat, par suite du poids plus considérable à supporter. Le pied plat cependant n'a rien de pathologique et nous avons fait remarquer combien il différait par son aspect du pied plat douloureux. L'un est à contours nets (fig. 211), et l'on voit que les tissus du pied restent fermes,



Fig. 211.

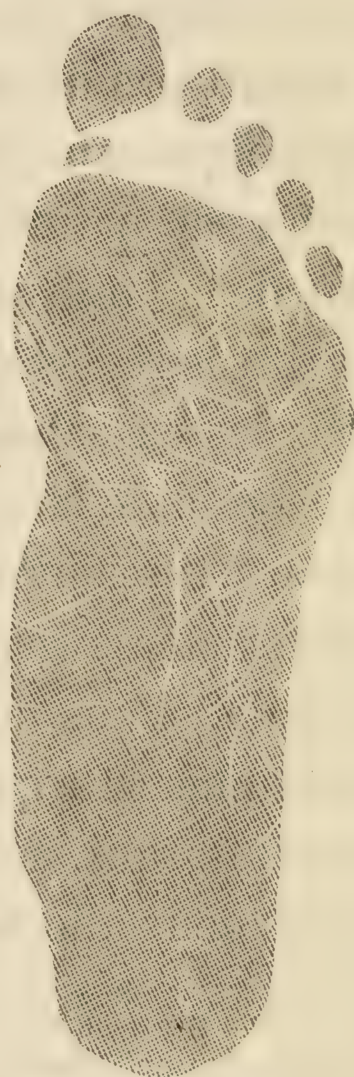


Fig. 212.

tandis que l'autre est à contours irréguliers (fig. 212) et donne la sensation d'un corps plus ou moins mou et relâché dans ses diverses parties.

Les difformités produites par les efforts répétés pendant tout le temps de la marche sont plus nombreuses et plus importantes.

C'est principalement pour maintenir l'équilibre que la

bonne jambe perd sa forme normale en cherchant à se conformer aux exigences de la jambe malade; la marche est d'autant plus pénible que la différence de longueur est plus grande, aussi la bonne jambe fait-elle des efforts continuels pour diminuer sa longueur en prenant certaines courbures afin de faciliter la marche.

La bonne jambe diminue sa longueur en faisant obliquer le bassin. Ce cas est le plus fréquent, mais il est souvent accompagné d'autres causes de raccourcissement; ainsi, lorsque le genou atrophié fléchit en dehors pendant la marche, il arrive souvent que le genou du côté sain fléchit en dedans, ce qui, tout en diminuant la longueur de la jambe, sert également à redresser le buste et à lui donner son équilibre tout en ménageant la colonne vertébrale. Lorsque la jambe malade est plus courte, la colonne vertébrale s'incurve, ce qui est une cause de fatigue pour le malade, mais elle s'incurve d'autant moins que l'autre (la jambe saine) diminue sa longueur.

Lorsque le genou malade fléchit en dehors, il arrive parfois que le genou du côté sain refuse de se raccourcir, il faut alors porter son attention sur l'articulation tibio-tarsienne. Souvent le pied se dévie, quitte l'axe de la jambe, la malléole interne fait une forte saillie, le malade marche sur le bord interne du pied, la voûte plantaire est détruite, les surfaces osseuses sont déformées et le malade a deux mauvaises jambes. Sa marche restera toujours difficile, parce qu'on ne sera pas intervenu assez tôt pour maintenir la mauvaise jambe au moyen d'un appareil approprié et faire disparaître le raccourcissement à l'aide d'une épaisseur de liège.

Les déformations de la jambe saine deviennent apparentes ou graves en raison de la taille ou du poids du malade; il faudra toujours examiner la jambe saine lorsqu'un malade

se présentera affecté d'atrophie de l'un des membres inférieurs.

On pourra se rendre un compte approximatif de la différence de longueur des jambes en faisant asseoir le malade sur un siége assez bas pour que les pieds posent bien à plat sur le sol : la différence de longueur pour la jambe et la cuisse est appréciable par la position des genoux. Lorsqu'il arrive que, dans cette position, la cuisse saine semble plus courte malgré le raccourcissement du membre atrophié, c'est qu'il y a déviation du bassin.

Ce procédé pour la mensuration des membres inférieurs est bien imparfait, mais il est prompt et facile et permet de juger approximativement les différences de longueur qui peuvent exister dans les membres inférieurs.

Dans tous les cas, on voit combien il est nécessaire de bien examiner toutes les conditions de la marche et combien la moindre difformité a un retentissement jusque sur les parties saines. Cela n'existe que pour les membres inférieurs, parce qu'à côté de l'action primitive de la paralysie ou de la contracture musculaire, il y a encore l'influence du poids et la nécessité de la marche. Pour les membres supérieurs on n'a jamais aucune de ces complications, et c'est là surtout qu'on voit nettement les déviations être toujours dans le sens des lois physiologiques. Pour la difformité de la taille le poids du corps intervient également ; mais en laissant de côté les affections osseuses et articulaires, les déviations de la taille se réduisent à des lois très simples.

CHAPITRE VI

INFLUENCE DE L'ÉLECTRICITÉ SUR LE SYSTÈME MUSCULAIRE DES FIBRES LISSES

RECHERCHES PHYSIOLOGIQUES

L'action des courants électriques sur les fibres lisses est des plus importants, grâce à leur présence dans tous les organes de la vie végétative.

C'est pour cela que nous croyons utile de nous étendre assez longuement sur les recherches que nous avons faites sur ce sujet. C'est principalement sur l'intestin que nos expériences ont été entreprises.

Des mouvements de l'intestin.

Nous indiquerons sommairement comment nous avons habituellement procédé ; dans plusieurs circonstances, nous nous sommes contentés d'introduire le tube d'un manomètre à eau dans l'intestin mis à nu et de noter les oscillations qui se produisaient. Ce mode d'observation est assez difficile, les matières intestinales viennent à chaque instant obstruer le tube et s'opposent au fonctionnement régulier de l'appareil. Nous avons alors ajouté au tube du manomètre une ampoule de caoutchouc qui s'appliquait contre les parois intestinales et en traduisait les contractions. Nous étions encore loin d'obtenir des résultats véritablement normaux ; le traumatisme violent qui était nécessaire pour placer le tube mettait l'animal dans des conditions pathologiques qu'il fallait éviter. Nous croyons nous être mis complètement

à l'abri de ces erreurs, en pratiquant des fistules intestinales dans lesquelles une canule était placée à demeure. Au bout de quelques jours, lorsque l'animal était remis de l'opération, nous introduisions par l'orifice une sonde de gomme munie à son extrémité d'une ampoule de caoutchouc, et, au besoin, garnie de fils métalliques permettant d'électriser facilement l'intestin (fig. 213). Enfin, pour éviter les modifications que pouvait produire l'adhérence anormale de l'intestin à la paroi abdominale, nous avons établi une fistule gastrique, puis, par cette fistule, on introduisait dans l'estomac un tube de caoutchouc terminé d'un côté par une ampoule et retenu par l'autre extré-



Fig. 213.

mité au bouchon de la canule (fig. 214). Après un temps variable, l'ampoule traversait le pylore et s'engageait dans le duodénum; l'extrémité du tube était alors mise en communication avec un appareil indicateur, et l'on pouvait noter les contractions normales.

Un simple manomètre à eau suffit pour ces observations; mais la méthode graphique est bien supérieure; il suffit pour cela de mettre en communication les tambours avec nos sondes munies de leurs ampoules.

Ces graphiques n'ajoutent rien aux résultats obtenus avec le manomètre,



Fig. 214.

mais ils font comprendre au lecteur, à la simple inspection, ce qu'il faudrait sans cela décrire longuement. Ils ont en outre l'avantage de rendre indiscutables les résultats de l'observation et de mettre hors de cause la sincérité ou les illusions de l'observateur.

Ces recherches nous ont également permis de mieux étudier quelques phénomènes physiologiques (Voy. *Journal de l'Anat. et de la Phys.*, 1869). En voici les conclusions :

L'inspiration et l'expiration amènent dans l'intestin des changements de tension qui varient avec le mode de respiration.

Les mouvements propres à l'intestin sont de trois sortes : 1° le mouve-

ment péristaltique, qui est le mouvement normal; 2° le mouvement antipéristaltique; 3° la contracture.

Chaque contraction péristaltique est caractérisée par un resserrement brusque suivi d'une détente qui dure plus longtemps.

Les mouvements péristaltiques peuvent se passer isolément dans une portion restreinte du tube intestinal.

Après une série de contractions, il y a généralement un repos prolongé.

Les contractions sont plus fréquentes à la partie supérieure du canal intestinal, nous n'en avons jamais trouvé plus de dix-huit par minute.

Les contractions du gros intestin diffèrent de celles de l'intestin grêle par leur amplitude, leur durée et leur forme.

Le graphique de la défécation est tout à fait spécial et rappelle celui que l'on obtient après l'empoisonnement par la strychnine.

Les mouvements de l'estomac n'ont pas la régularité des mouvements intestinaux, ils sont de deux sortes, suivant qu'on les observe au pylore ou dans le grand cul-de-sac.

Le mouvement antipéristaltique ne se combine pas avec le mouvement péristaltique.

Le mouvement péristaltique est dû à l'action des cellules nerveuses des parois intestinales sur les fibres lisses. Ces cellules elles-mêmes peuvent subir l'influence du plexus cœliaque et des centres cérébro-spinaux.

L'arrêt de la circulation artérielle augmente ou détermine les contractions péristaltiques; l'arrêt du sang dans les veines ne donne rien d'analogue.

Cet état pathologique ne peut servir à l'explication des mouvements normaux.

Électrisation directe de l'intestin.

L'ampoule, dont nous nous servons habituellement, étant introduite par une petite plaie dans une anse intestinale après l'ouverture des parois abdominales, on électrise au-dessus et au-dessous de l'ampoule qui communique avec l'appareil enregistreur. Des courants d'induction assez intenses appliqués de cette façon ont pour premier résultat d'abolir les contractions péristaltiques; en outre, on constate aisément que, dans les points où l'on a placé les rhéophores, il y a une vive contraction et un resserrement annulaire; si les rhéophores sont écartés convenablement, de manière à les éloigner également de l'ampoule, il y a un abaissement de tension dans la portion intermédiaire de l'anse. Ainsi, dans ce cas, il y a un resserrement dans les zones qui sont près des pôles; il y a un relâchement au contraire vers le milieu de l'anse. Cependant, si le courant est très puissant, on voit une contracture de l'anse entière; avec un courant d'induction extrêmement faible, on stimule les contractions péristaltiques.

L'électrisation continue de l'intestin avec huit piles. Remak augmente les contractions si le courant est dirigé dans le sens du mouvement; elle les diminue ou les annule, s'il est dirigé en sens inverse, mais alors elle augmente la tension. Un courant intense les abolit, quelle que soit sa direction.

Dans les points où les pôles sont appliqués, il y a en outre une contracture locale qui est plus prononcée autour du pôle.

Cette contracture persiste pendant toute la durée de l'électrisation.

Dans ces divers modes d'excitation de l'intestin, on agit à la fois sur les muscles et sur les éléments nerveux (fibres et cellules nerveuses), de sorte qu'il est assez difficile de reconnaître ce qui appartient en propre à ces divers tissus. Il semble que les courants interrompus et les courants continus intenses font contracter les muscles et annulent l'action des cellules nerveuses; en tous cas, ils arrêtent les contractions péristaltiques.

Pendant que l'anse électrisée cesse de se mouvoir, il est remarquable de voir les anses voisines se contracter plus activement.

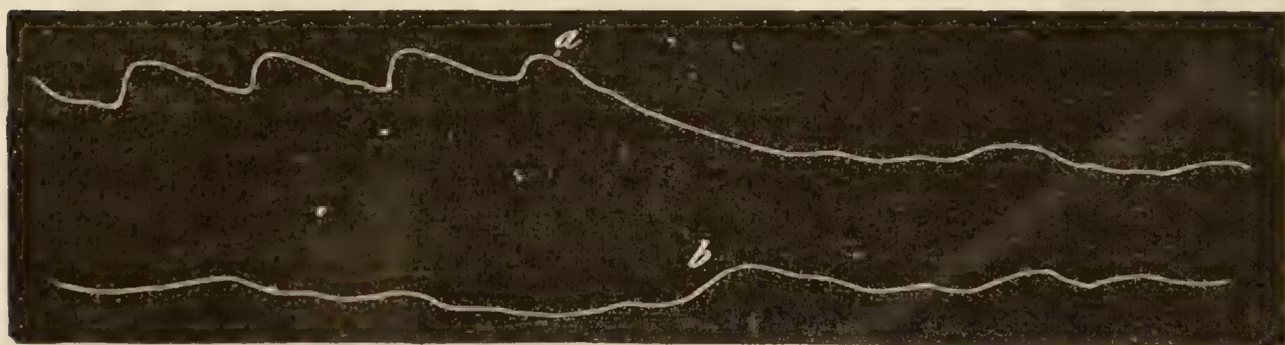


Fig. 215.

Afin de répéter ces expériences en laissant l'intestin à l'abri du contact de l'air, et pour éviter l'emploi du chloroforme que nous donnons toujours aux chiens pour rendre l'opération aussi peu cruelle que possible, nous avons adapté à la sonde qui supporte l'ampoule deux fils métalliques, terminés par un renflement (fig. 213), de façon que l'ampoule fût située entre les deux renflements. Il était possible, avec cet instrument introduit par une fistule, d'électriser l'intestin sans le mettre à nu. Il est nécessaire que les deux pôles soient assez écartés de l'ampoule pour éviter l'action directe des parois qui se contractent localement. Dans ces expériences, l'ampoule se trouve à une égale distance des pôles négatif et positif. En prenant ces précautions, on voit les courants continus, quelle que soit leur direction, déterminer un abaissement de tension, ou tout au moins un retour au niveau du repos et abolir les contractions en laissant subsister les oscillations dues à la respiration (fig. 215, l'électrisation commence en *a* et cesse en *b*). Si le courant est faible et que l'on prolonge l'électrisation, les contractions peuvent se montrer de nouveau au bout d'un certain temps et malgré la continuation du courant, mais elles sont toujours plus faibles. Dès qu'on cesse l'action électrique, la tension augmente et les contractions repa-

raissent. Avec les courants interrompus, les résultats sont semblables, à la condition d'écarter encore plus les pôles de l'ampoule : car, autrement, l'action directe et locale sur les muscles étant alors plus énergique et s'étendant plus loin, le tracé indiquerait une contraction qui est réelle, mais qui n'a lieu que dans les points rapprochés des pôles.

Ce que nous venons d'indiquer se rapporte à l'intestin en activité ; lorsqu'il est immobile, les résultats ne sont pas tout à fait les mêmes. Au début de l'électrisation par les courants continus, il y a une élévation de tension assez rapide, mais peu considérable, et qui se maintient pendant tout le temps que le courant passe.

Les contractions exagérées qui surviennent après l'arrêt de la circulation sont modifiées par l'électricité, mais à un moindre degré.

Sur un lapin, dont le ventre est ouvert, on lie la portion de mésentère attenante à une anse intestinale. Il se manifeste une ascension énorme et de grandes oscillations. En faisant passer un courant descendant dans cette anse, on obtient un tracé en ligne droite au niveau du repos.

On ne réussit pas toujours aussi nettement lorsque l'intestin est volumineux, sur un chien, par exemple.

Nous avons modifié l'expérience sur un chien en établissant deux fistules sur la même anse intestinale. Ces deux fistules étaient éloignées l'une de l'autre d'environ 3 décimètres. Cette modification nous permettait d'agir sur une plus longue portion d'intestin et donnait des résultats plus satisfaisants. Au bout de quelques jours, l'ampoule était introduite par l'un des orifices, et l'on pouvait électriser l'anse sans chloroforme et sans opération sanglante. Malgré toutes ces précautions, on n'évite pas entièrement la douleur : car l'intestin, dont la sensibilité est obscure, et que l'on peut pincer sans provoquer les cris de l'animal, éprouve néanmoins une impression extrêmement douloureuse lors du passage de l'électricité. Les courants continus surtout donnent aux animaux des angoisses presque aussi pénibles que le pincement des racines postérieures de la moelle. Une fois l'ampoule

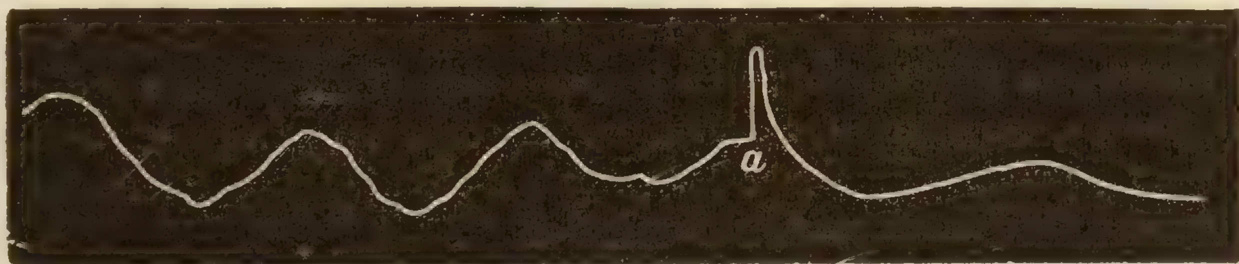


Fig. 216.

introduite par une des fistules dans le sens du trajet des matières et à une profondeur de 1 centimètre environ, de façon à ne pas atteindre le milieu de l'anse en expérience, les courants d'induction appliqués de l'une à l'autre fistule amenaient une diminution de tension lorsque l'ampoule était profondément enfoncée, et une augmentation énorme lorsqu'elle était près d'un

des orifices. Nous avions donc des résultats parfaitement comparables à ceux que nous avions observés sur l'intestin mis à nu.

L'emploi des courants continus nous a conduits à quelques faits intéressants. Il y avait élévation de la tension lorsque le pôle négatif se trouvait du côté de l'ampoule, et abaissement quand c'était le pôle positif. Dans la figure 216, le pôle positif est du côté du sachet, on électrise en *a*. De sorte qu'on pourrait croire tout d'abord que, du côté du pôle positif, il y avait un affaiblissement de la contraction, et, au contraire, une augmentation du côté du pôle négatif; mais il faut remarquer que l'ampoule était introduite dans le sens des mouvements péristaltiques par la fistule supérieure, et l'on pouvait tout aussi bien conclure que le courant qui se dirigeait dans le sens des contractions normales abaissait la tension, et que le courant contraire l'augmentait. Nous verrons bientôt que telle est, en effet, dans ce cas, la cause des changements de pression.

Toutes ces recherches sur l'action directe de l'électricité s'appliquent aussi bien au gros intestin qu'à l'intestin grêle, et il est inutile d'indiquer séparément des résultats qui sont identiques. Nous citerons seulement une expérience assez remarquable sur le gros intestin.

Après un lavement salé, un chien présentait de magnifiques contractions du gros intestin; le courant descendant et le courant ascendant les faisaient également disparaître.

Influence du courant électrique dirigé de la tête à la fistule intestinale, et de la fistule au rectum.

Avant de passer à l'excitation artificielle et isolée des nerfs qui se rendent à l'intestin, nous donnerons les résultats obtenus en plaçant un des pôles dans la fistule intestinale, et l'autre tantôt au rectum, tantôt dans la gueule de l'animal. Cette façon de procéder est un peu grossière, et l'on ne saurait y démêler ce qui revient à tel ou tel nerf ou aux ganglions, ou même au système nerveux central; mais il nous a semblé utile d'insister sur ces expériences, qui pourraient conduire à des résultats pratiques, car il est toujours possible d'appliquer les courants électriques aux intestins de l'homme à travers les parois abdominales.

Les courants interrompus employés ainsi ne donnent pas des résultats concluants, à cause des contractions des parois abdominales qui amènent à chaque instant des changements de pression énormes. Nous verrons ce que l'électrisation isolée du nerf vague et du splanchnique nous apprendra à cet égard.

Les courants continus n'ont pas cet inconvénient et méritent d'être étudiés.

Électrisation continue de la gueule à la fistule.

Si l'on place le pôle positif dans la fistule intestinale et le pôle négatif



FIG. 217.



FIG. 218.

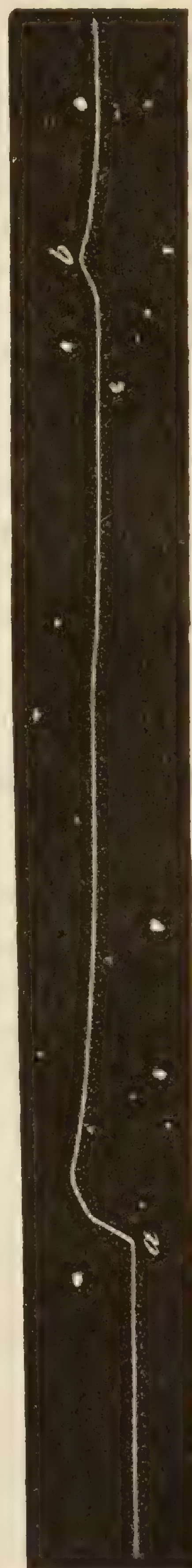


FIG. 219.

dans la gueule, l'ampoule se trouvant à 1 décimètre de l'orifice de la fistule, les contractions cessent et la tension augmente pendant tout le temps de l'influx électrique. Dès qu'on arrête le courant, il y a abaissement de la tension, et les contractions reparaissent peu à peu (fig. 217, on électrise au point *a*, on cesse au point *b*).

Lorsqu'on opère sur un intestin au repos, on observe les mêmes particularités pour la tension. Quant aux contractions péristaltiques, elles manquent après comme avant l'électrisation.

En changeant la direction du courant, le pôle positif étant dans la gueule et le pôle négatif dans la fistule, on produit un effet tout contraire ; on a bien, au moment de la fermeture du circuit, une ascension brusque qu'il faut attribuer à la contraction des parois abdominales, mais presque immédiatement la tension baisse et arrive souvent au-dessous du niveau normal, puis on a une ligne droite ou accidentée par la respiration. Au moment où l'on cesse d'électriser, il y a ascension. Le niveau s'élève et les contractions reparaissent (fig. 218, on électrise en *a*, on cesse en *b*).

Lorsque l'expérience se fait sur un intestin immobile, il y a une augmentation de tension qui persiste ; puis, en cessant le courant, il y a de nouveau une ascension, mais elle est faible ; le niveau se maintient quelque temps, puis il baisse. Il ne survient point de contractions péristaltiques (fig. 219, on électrise en *a*, on cesse en *b*).

Courants continus de la fistule au rectum.

Nous ne répéterons plus ce que nous avons déjà dit de la part que l'on doit attribuer, dans ce genre d'observation, aux contractions des parois abdominales. Ces contractions ne deviennent gênantes pour l'observateur que chez quelques animaux indociles.

Sur la plupart des chiens, surtout les chiens de berger et les terriers, qui résistent à la douleur et ne poussent pas de cris, la contraction des parois abdominales n'intervient qu'au début et à la fin de l'électrisation ; souvent même, si le courant est assez faible, on obtient simplement le mouvement de l'intestin.

Le pôle positif étant placé dans le rectum et le négatif dans la fistule intestinale, on observe une diminution et parfois un arrêt complet des mouvements péristaltiques ; en même temps la tension augmente, quelquefois cependant elle est fort peu augmentée ; en tout cas, elle ne fait jamais descendre l'aiguille au-dessous du niveau normal (fig. 220). Nous avons choisi précisément un des graphiques qui montrent l'arrêt des mouvements péristaltiques et le retour vers le niveau normal (on électrise au point *a*, on cesse au point *b*). Lorsqu'on cesse l'électrisation, *b*, il y a une augmentation de la tension ; les contractions spontanées ne tardent pas alors à reparaître,

et elles deviennent bientôt plus fortes qu'avant l'électrisation. Avec le pôle



Fig. 220.

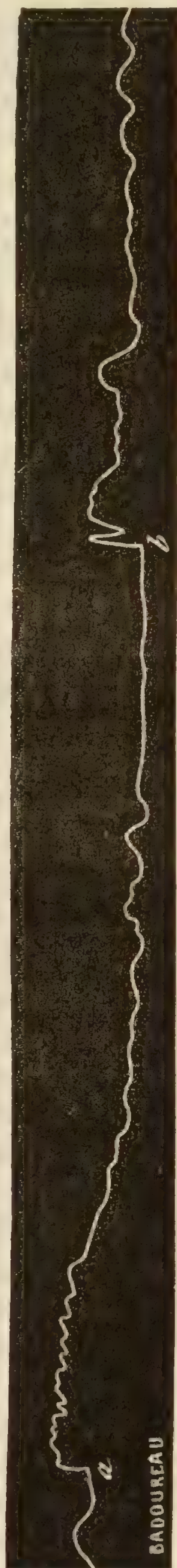


Fig. 221.



Fig. 222.

positif dans la fistule et le négatif dans le rectum, il y a diminution et quelquefois arrêt des contractions spontanées et abaissement de la tension.

Souvent le tracé descendait au-dessous du niveau normal et formait une ligne droite quand la respiration était peu active, ou une ligne accidentée s'il y avait de violents efforts respiratoires. Presque toujours, à l'ouverture et à la fermeture du circuit, il y a une élévation momentanée due à la contraction des parois abdominales (fig. 221 ; l'ampoule est dans le duodénum, on place en *a* le pôle positif dans une fistule stomacale, et le pôle négatif dans le rectum, on cesse en *b*). Dans le cas assez fréquent où l'on rencontre un intestin immobile, l'électrisation de la fistule au rectum, quel que soit le sens du courant, produit un phénomène tout différent, la tension devient plus forte, mais les contractions n'apparaissent point ; le tracé donne toujours une ligne droite ; seulement le niveau est plus élevé (fig. 222). Dans le tracé 1, le pôle négatif est dans la fistule ; dans le tracé 2, c'est le pôle positif; on électrise en *a a'*. Rappelons ici que nous employons toujours la même intensité électrique (12 piles Remak). On remarquera que l'élévation n'est pas brusque ; elle se fait lentement, puis, arrivée à son apogée, elle se maintient tant que passe le courant.

On voit que, pour toutes ces excitations portées sur l'intestin, l'effet produit diffère énormément suivant l'état d'activité ou de repos de l'intestin ; c'est après de nombreux essais que l'on peut s'expliquer les résultats contradictoires en apparence, et éliminer tout ce qui complique l'expérience (respiration, efforts, etc.).

Si l'on compare les tracés obtenus par l'électrisation de la fistule à la gueule de l'animal, et de la fistule au rectum, on voit d'abord que les contractions péristaltiques diminuent ou cessent ; en outre, dans le premier cas, le pôle positif dans la fistule fait augmenter la tension, et le pôle négatif la fait baisser ; dans le second cas, c'est le contraire.

Il n'y a donc pas, comme nous l'avions cru d'abord, un des pôles qui a le pouvoir de faire contracter et l'autre de laisser l'intestin se distendre. Quelle est donc la cause de cette différence d'action ? Nous pensons qu'il faut la chercher dans les rapports du sens du courant électrique avec le sens des contractions péristaltiques. On sait que le courant se dirige du pôle positif au pôle négatif; chaque fois que l'électricité marche suivant la direction naturelle du mouvement péristaltique, on a un abaissement de tension, et par conséquent une dilatation de l'intestin ; si le courant est dans le sens contraire, il y a augmentation de la tension. On peut rapprocher ces faits de ce que nous avons vu dans l'électrisation d'une anse intestinale munie de deux fistules; il y a concordance parfaite.

Peut-être n'est-ce pas là un caractère spécial à l'électrisation de l'intestin, mais une loi pour tous les canaux doués de mouvements péristaltiques. Quoi qu'il en soit, nous avons vu que la direction des courants a, sur les artérioles, une influence semblable : lorsque l'électricité marche suivant la direction du cours du sang, il y a dilatation des vaisseaux ; le courant opposé produit la contracture.

On doit éviter de donner du chloroforme aux animaux pendant l'électrisation ; le chloroforme n'arrête pas aussi rapidement les mouvements des

muscles de la vie organique que ceux des muscles striés, mais son influence est incontestable, et il ralentit ou arrête les contractions des muscles lisses de l'intestin et de l'estomac; il est entendu que l'anesthésie, poussée jusqu'à l'arrêt des battements du cœur, provoque au contraire des mouvements exagérés.

En est-il de même pour tous les organes constitués par des fibres lisses, pour l'utérus par exemple? On sait que l'anesthésie est à la mode dans les accouchements. Sans insister sur ce sujet, nous pouvons dire que l'anesthésie complète et prolongée diminue les contractions utérines, mais l'anesthésie incomplète, n'arrête nullement les contractions utérines.

Électrisation de la moelle.

Le plus souvent, au lieu d'électriser directement la moelle, nous placions

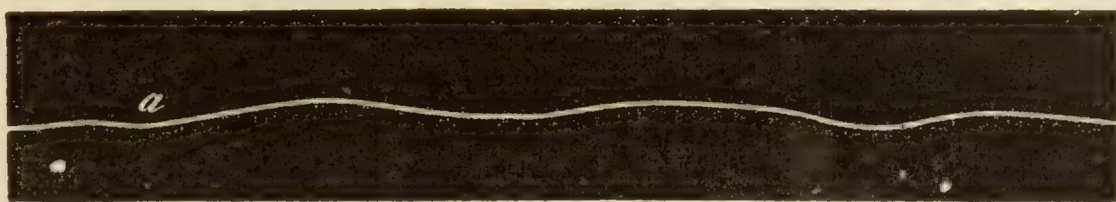


Fig. 223.

un des pôles dans la gueule de l'animal et l'autre dans le rectum. L'action des courants interrompus, appliqués ainsi, ressemble beaucoup à ce que l'on observe en électrisant seulement le pneumogastrique, aussi nous en parlerons plus tard en étudiant les effets de l'électricité sur ce nerf. Quant aux courants continus, voici ce que nous avons remarqué : la direction du courant importe peu; dès que l'on ferme le circuit, les contractions péristaltiques sont activées si elles existaient au moment de l'expérience, elles apparaissent même quand l'intestin est d'abord immobile (fig. 223). Ce graphique représente les contractions de l'intestin grêle du lapin sous l'influence de l'électrisation continue de la moelle; avant l'électrisation, il y avait à peine quelques ondulations (on électrise au point *a*). Au bout de fort peu de temps, les contractions cessent pour recommencer légèrement lorsqu'on cesse l'électrisation. Il semble que c'est l'excitation momentanée produite par l'entrée et la sortie du courant qui amène quelques mouvements, la prolongation de l'expérience les fait cesser. Le gros intestin est influencé de la même manière. Ajoutons que ces expériences ne donnent pas toujours des résultats constants, il est des cas où l'on n'obtient rien, et d'autres où le phénomène est bien marqué; ces différences doivent tenir à plusieurs causes, et surtout à la vacuité de l'intestin ou à une contracture accidentelle due à l'opération elle-même lorsqu'on ouvre le ventre.

Les courants continus, appliqués sur l'estomac ou dirigés de la tête à l'estomac, ou encore de l'estomac au rectum, nous ont donné peu de résultats positifs en ce qui touche les contractions stomacales. Quelquefois ils arrêtent les mouvements, mais ils ne nous ont jamais montré une accélération de ces mouvements. Ce qu'il est bon de noter, quoique le fait s'éloigne un peu de notre sujet, c'est la sécrétion abondante qui se produit dans l'estomac dès que les courants agissent ; nous n'avons pas fait de digestions artificielles avec le liquide sécrété, qui est manifestement acide, et nous ne pouvons affirmer son analogie complète avec du suc gastrique normal ; cette hypothèse est pourtant fort probable.

Électrisation des nerfs splanchniques.

On ne peut songer à électriser ces nerfs dans le thorax, la mort de l'animal survient trop rapidement, et les fonctions du cœur cessent de suite de s'accomplir régulièrement, de sorte que l'on pourrait attribuer à l'excitation nerveuse ce qui revient à la gène circulatoire, dont le premier effet, comme on le sait, est d'exagérer les contractions intestinales. Il faut donc de toute nécessité électriser le splanchnique entre les ganglions et le diaphragme, et c'est une manœuvre qui présente quelques difficultés ; elle ne peut se faire qu'après un traumatisme violent, et en refoulant les intestins qui gènent pour la recherche du nerf. On est donc dans de mauvaises conditions pour observer ce qui se passe; nous sommes arrivés cependant à des résultats assez nets, et nous croyons ne pas nous éloigner de la vérité. Dans nos expériences, les rhéophores étaient placés l'un au-dessus des ganglions l'autre plus haut, vers le diaphragme. Nos recherches n'ont été faites qu'à gauche; à droite, l'expérience est encore plus laborieuse.

Les courants interrompus sur le splanchnique amènent toujours une élévation lente de l'aiguille indicatrice sans oscillations. Cette modification se traduit par le tracé suivant (fig. 224, on électrise en *a*). Il y a donc une contraction lente des parois abdominales sans mouvement péristaltique.

Jamais de cette façon nous n'avons obtenu un abaissement de tension. Il y a une contraction uniforme et progressive des parois.

Les courants continus agissent d'une autre façon; dans quelques cas (c'est surtout lorsque l'animal est épuisé ou s'il est à jeun), ils amènent au moment de la fermeture du circuit une élévation de tension peu prononcée, qui n'augmente pas progressivement comme les courants interrompus et qui reste stationnaire. Le plus souvent on provoque, surtout avec le courant descendant, de belles contractions péristaltiques, même sur un intestin complètement immobile (fig. 225, on électrise au point *a*, on cesse au point *b*). Ces contractions s'arrêtent si l'on met fin à l'excita-

tion électrique, il faut remarquer qu'elles ne débutent pas dès la fermeture du circuit, mais peu de temps après; en même temps, le niveau est plus élevé, de sorte qu'il y a également augmentation de tension. Dès que l'on



Fig. 224.



Fig. 225.

cesse d'électriser, la tension baisse peu à peu et les intestins reprennent leur immobilité. Les phénomènes du même ordre sont encore plus marqués si, au lieu de mettre l'un des pôles près du premier ganglion, on le place sur le ganglion lui-même.

Électrisation des plexus nerveux et des nerfs mésentériques.

Commençons d'abord par les courants interrompus; leur action est à peu près la même, que l'on mette un des pôles sur le plexus et l'autre sur le mésentère (fig, 226, on électrise au point *a*) ou les deux pôles sur le mé-



FIG. 226.

sentère. Dans ce cas pourtant, on agit plus près de l'intestin et dans une proportion limitée, et l'effet est plus énergique (fig. 227, on électrise au point *a*, on cesse au point *b*).

On voit que dans les deux tracés on obtient une augmentation de tension qui se maintient tant que passe le courant et cesse immédiatement après. Il nous a semblé quelquefois, lorsque le courant d'induction était très faible, qu'il y avait de légers mouvements péristaltiques, mais en tout cas c'est exceptionnel, et il se peut même que le fait soit dû au passage inégal de l'électricité. Ces mouvements péristaltiques sont au contraire

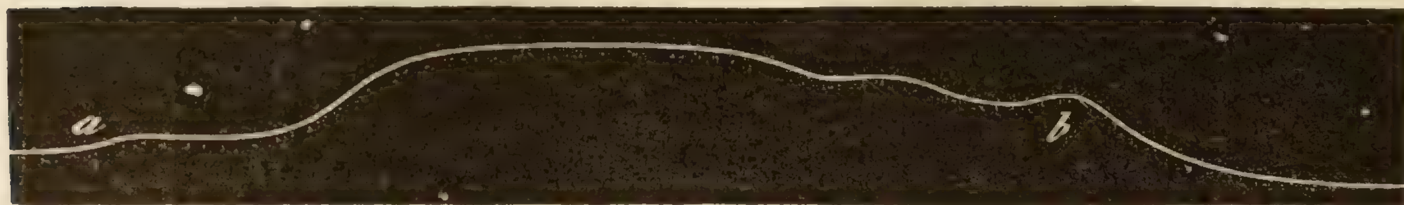


FIG. 227.

manifestes lorsqu'on fait passer des ganglions aux nerfs mésentériques ou sur les nerfs mésentériques seuls un courant descendant. Le courant ascendant produit un effet analogue sur les nerfs mésentériques, mais moins marqué, c'est peut-être dans ce cas par une sorte d'action réflexe sur les ganglions. Les oscillations péristaltiques apparaissent peu de temps après la fermeture du circuit, continuent encore quelque temps après l'arrêt de l'excitation électrique, puis disparaissent de nouveau, à moins que les mouvements de l'intestin n'existent avant l'électrisation; dans ce cas, les courants interrompus les abolissent en augmentant la tension, et les courants continus les exagèrent.

Il ne faut pas s'attendre à voir survenir des contractions dans tous les cas; lorsque l'intestin est vide, on ne les obtient pas; il est évident que la présence d'un contenu est indispensable à la manifestation de la contrac-

tion péristaltique, de même que la présence du sang est nécessaire pour la mise en activité des muscles vasculaires. La plupart des différences dans les résultats obtenus tiennent à l'état de réplétion ou de vacuité de l'intestin.

Dans les cas où il est impossible de réveiller l'action péristaltique, les



Fig. 228.

courants continus amènent une contraction spasmodique qui agit sur l'ampoule et détermine dans celle-ci une augmention de tension qui persiste pendant le passage de l'électricité et diminue progressivement ensuite (fig. 228, on électrise au point *a*, on cesse en *b*).

Alors même que l'intestin après la mort cesse d'être excitable par tous les

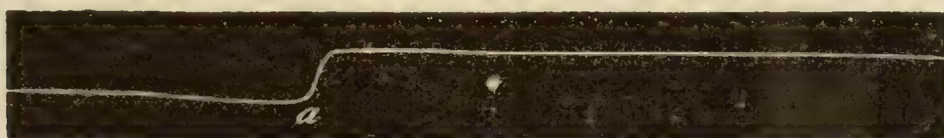


Fig. 229.

moyens même directs, il se contracte encore lorsqu'on électrise les nerfs mésentériques, la figure 229 en est un exemple ; ce tracé a été pris avec l'intestin grêle d'un chien mort depuis quelque temps; l'électrisation du splanchnique et du pneumogastrique ne donnait rien, l'électrisation de l'intestin lui-même ne donnait presque rien, les courants interrompus sur

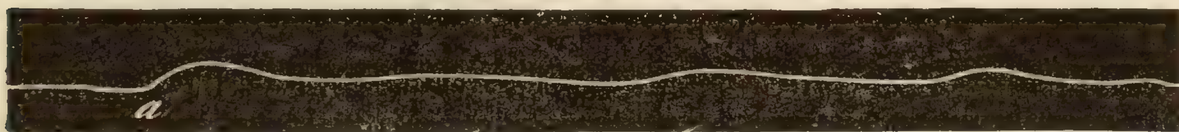


Fig. 230.

les nerfs mésentériques ne produisaient pas plus d'effet, mais les courants descendants sur ces nerfs déterminaient encore une contraction assez forte. On remarquera qu'ici, comme dans le cas de vacuité de l'intestin, la tension augmente sans mouvement péristaltique. Nous avons réussi, en plaçant l'un des pôles du courant continu sur le plexus nerveux et l'autre dans le rectum, à faire apparaitre les contractions péristaltiques de l'intestin (fig. 230, on électrise en *a*).

Électrisation du pneumogastrique.

Tous les expérimentateurs ont déclaré que l'électrisation du pneumogastrique n'amenait aucune modification dans les mouvements de l'intestin, et, en effet, si l'on se contente d'observer le tube intestinal pendant l'électrisation, on ne remarque pas de changement notable ; mais à l'aide de notre méthode d'investigation nous avons trouvé un phénomène très net et digne d'intérêt. On savait que la faradisation du pneumogastrique déterminait un arrêt du cœur en diastole et un arrêt de la respiration en inspiration ; nous montrerons qu'elle arrête également la contraction intestinale dans un état analogue à la diastole du cœur et à l'inspiration thoracique, c'est-à-dire que l'intestin est dilaté et qu'il se produit un abaissement de tension considérable.

Nos premières expériences ont été faites en électrisant le pneumogastrique au cou, sur des chiens porteurs de fistules intestinales, et par conséquent sans ouvrir le ventre (fig. 231). De cette façon, les efforts respiratoires et les cris compliquent les résultats, et sur le graphique on voit des oscillations très rapides et très accentuées dès que l'on établit le courant en *a*. Malgré tout, la tension diminue promptement et le niveau du tracé s'abaisse. Lorsqu'on arrête le courant en *b*, il y a de nouveau quelques oscillations dues aux efforts, puis la tension augmente et devient telle qu'elle était au point de départ.

Si l'on répète cette expérience sur un lapin, il y a moins de cris et d'agitation (fig. 232) ; le résultat est le même sur le chien. Nous n'avons pas isolé le pneumogastrique du nerf sympathique ce qui, du reste, n'est pas facile à exécuter, et nous agissions sur les deux troncs nerveux réunis ; mais, sur le lapin, l'électricité n'était appliquée que sur le pneumogastrique. Il était important de constater que les effets produits étaient réellement dus au nerf vague et non au sympathique.

Restait une objection à détruire : nous avons vu dans la première partie que la respiration influençait puissamment la tension intestinale ; nos résultats étaient-ils simplement dus à la respiration ? C'était peu probable, attendu que l'irritation du pneumogastrique provoque une inspiration forcée et permanente ; cependant nous avons remarqué que chez les animaux qui respirent surtout par le thorax, comme chez les chiens, l'abaissement de tension intestinale coïncidait avec l'inspiration. Nous avons alors répété l'expérience sur des animaux dont le ventre était ouvert, et, les intestins soustraits à l'influence de la respiration, le phénomène a été encore plus évident (fig. 233) ; ce graphique a été pris avec l'intestin grêle d'un chien. On sait qu'ici la descente ne se fait pas progressivement, comme lorsque la respiration vient contrarier les résultats ; elle est

brusque, et dès qu'on électrise (au point *a*), la tension baisse rapidement

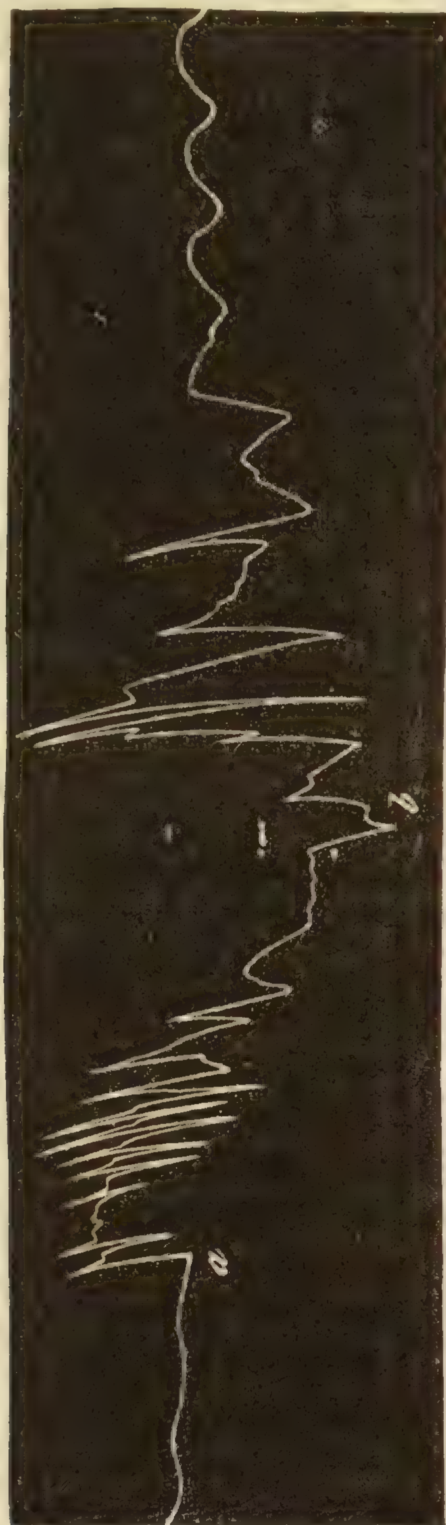


Fig. 231.



Fig. 232.

et conserve le niveau acquis. Quelquefois après la descente brusque l'aiguille remonte légèrement tout en conservant un niveau primitif. Sou-



Fig. 233.

vent, lorsqu'on cesse, il y a avant la montée une nouvelle petite descente fort rapide.

L'expérience répétée un grand nombre de fois a réussi presque constamment; il est des cas rares cependant où l'on n'obtient pas l'abaissement de la tension. On conçoit en effet que si l'on a affaire à un intestin paralysé par l'ouverture du ventre ou en état de repos absolu, le calibre étant aussi considérable que le permet l'élasticité, ne pourra être augmenté d'aucune façon, c'est ce qui arrive quelquefois; il est à noter également que si l'on répète à plusieurs reprises l'expérience pendant la même séance on n'obtient plus le même résultat à la fin, peut-être à cause de la dilatation permanente de l'intestin qui ne peut dépasser certaines limites, peut-être aussi à cause de l'épuisement du nerf. L'électrisation du nerf au-dessous du diaphragme produit le même effet qu'au cou.

Si l'on prolonge l'action de l'électricité sur le pneumogastrique, on voit, après l'abaissement de tension ordinaire, survenir des ondulations très marquées et la tension augmenter. On croirait tout d'abord (et c'était notre première impression) qu'une activité plus grande de l'intestin succède à la dépression; il n'en est rien, ce qui se produit alors est causé par l'arrêt du cœur sous l'influence de la galvanisation; si l'on a soin de lier l'aorte abdominale avant de procéder à l'expérience, et si l'on attend que les contractions provoquées par l'anémie se soient déclarées, la galvanisation du pneumogastrique produit un abaissement de tension, moins marqué il est vrai; mais, si l'on prolonge l'électrisation, il n'y a pas augmentation des contractions.

On réussit assez bien à montrer le phénomène que nous étudions ici sans mettre le nerf vague à découvert. La figure 234 a été obtenue en introduisant l'ampoule dans la fistule intestinale d'un chien et en faradisant le cou dans la région du nerf sur la peau préalablement rasée. L'abaissement de tension est évident dès qu'on électrise en *a*, et, à l'interruption du courant en *b*, la ligne du tracé remonte et reprend le niveau primitif.

Il nous avait semblé d'abord qu'il y avait une différenee d'action, suivant qu'on électrisait le nerf vague gauche ou droit. A droite, l'effet dépressif nous paraissait plus marqué, et nous acceptions ce résultat, d'autant plus volontiers qu'il concordait avec la distribution différente du nerf à gauche et à droite, le pneumogastrique droit se jetant dans le ganglion semi-lunaire. Nous nous sommes convaincus ensuite que nous étions dans l'erreur et que les deux pneumogastriques agissaient de la même façon.

Restait à savoir si la galvanisation du pneumogastrique influençait directement l'intestin ou si nous avions affaire à une action réflexe. Pour nous en assurer, nous avons coupé ce nerf au cou, et nous avons successivement agi sur le bout supérieur et sur le bout inférieur. L'électrisation du bout inférieur n'amenait aucun changement du côté de l'intestin grêle et du gros intestin, mais l'électrisation du bout supérieur provoquait immédiatement l'arrêt des contractions et l'abaissement de tension, comme lorsqu'on faradise le nerf vague sans le sectionner. C'est donc bien une action réflexe qui produit le phénomène. Comment et par quelle voie s'opère cette action réflexe ? Il est permis de

supposer que le pneumogastrique, jouant vis-à-vis de l'intestin le rôle de nerf sensitif, transmet la sensation au bulbe et aux cellules nerveuses de la moelle qui donnent naissance au grand sympathique; mais cette inter-



Fig. 234.

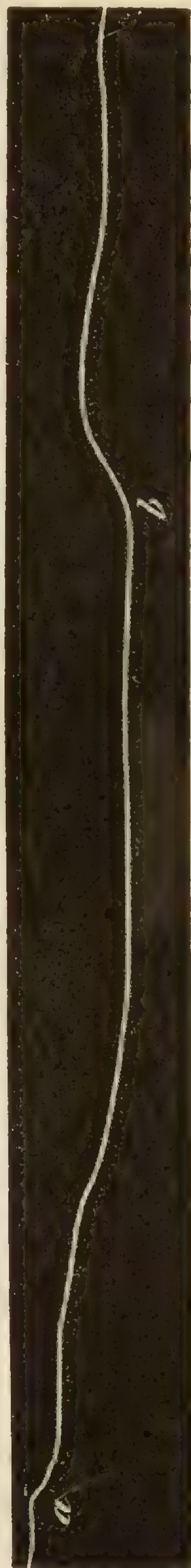


Fig. 235.

prétation n'explique pas la dilatation de l'intestin. On est accoutumé à voir une action réflexe un peu vive mettre les muscles en activité, et ici elle les met au repos. L'hypothèse d'une dilatation active ne saurait satisfaire

l'esprit, et une interprétation rigoureuse de ce fait est fort difficile à donner. Il est probable que les ganglions du grand sympathique ne sont pas étrangers au phénomène, non pas seulement les gros ganglions du plexus cœliaque, mais les ganglions unicellulaires de l'intestin; il ne répugne pas d'admettre qu'une vive excitation transmise par la moelle à ces éléments nerveux leur communique un ébranlement, une sorte de saisissement qui suspend leurs fonctions ordinaires. La même interprétation pourrait s'appliquer aux arrêts fonctionnels provoqués par une vive excitation, tels que l'on en observe sur d'autres organes, le cœur, par exemple.

Les courants interrompus, appliqués aux pneumogastriques, donnent pour le gros intestin les mêmes résultats que pour l'intestin grêle (fig. 235, on électrise au point *a*, on cesse en *b*), et comme ici la tunique musculeuse est plus développée, la descente, au passage du courant, et l'ascension, lorsqu'on cesse, sont très marquées. Ainsi, ce dernier tracé est pris sur le gros intestin d'un lapin, dont le ventre a été d'abord ouvert, et le phénomène est aussi net que lorsqu'on expérimente sur l'intestin grêle d'un chien.

Influence de la faradisation du pneumogastrique sur l'estomac. —



FIG. 236.

Les courants d'induction produisent ici un résultat contraire à celui que nous avons indiqué pour l'intestin grêle; la faradisation du nerf vague fait contracter l'estomac (fig. 236, on électrise au point *a*, on cesse au point *b*). Ce graphique a été pris en plaçant une ampoule dans l'estomac d'un lapin, dont le ventre était ouvert. Le fait avait du reste été constaté par la plupart des physiologistes, et Longet l'attribue aux filets du sympathique contenus dans le vague. Il est singulier de voir cette différence d'action du pneumogastrique sur l'intestin et sur l'estomac, et on ne peut l'expliquer que par la distribution différente du nerf qui se rend directement dans l'estomac sans l'intermédiaire des ganglions du plexus cœliaque.

De plus, ici, ce n'est pas une action réflexe qui fait contracter ce viscère, c'est une action directe; après la section du pneumogastrique droit ou gauche (l'action est la même), la faradisation du bout supérieur ne donne rien, tandis que celle du bout inférieur amène une contraction. L'estomac et l'intestin sont donc influencés bien différemment par l'excitation du nerf vague.

Courants continus sur le pneumogastrique. — Les courants continus sont loin d'agir aussi activement que les interrompus. Le courant descendant semble ne rien changer aux mouvements des parois intestinales,

le courant ascendant provoque quelquefois un abaissement de tension comme les interrompus, mais cet abaissement est peu marqué (fig. 237, on électrise en *a*), et si l'intensité électrique est faible, on ne l'observe pas.

Si les courants continus appliqués au pneumogastrique ont bien peu d'influence sur l'intestin, ils en ont une évidente sur les contractions de l'estomac, qui sont suspendues dès que l'électricité agit soit à droite soit à gauche, en employant le courant descendant. Nous avons vu plusieurs fois, chez des chiens et des lapins, l'estomac cesser ainsi complètement ses mouvements. On remarquera l'effet opposé produit par des courants continus et les courants d'induction, ces derniers faisant contracter fortement l'estomac et excitant même des vomissements, les autres amenant une détente. Si l'on emploie l'électrisation continue sur le bout inférieur du nerf sectionné, on voit que le courant ascendant ne produit rien, et que le courant descendant amène une cessation immédiate des contractions; si l'estomac était immobile, il y a une légère contraction, puis immobilité.



FIG. 237.

Pour le bout supérieur, le phénomène est assez variable; généralement le courant descendant ne produit rien, et l'ascendant provoque une contraction.

Sur un chien, dont l'estomac était à découvert, nous pouvions à volonté exciter les vomissements ou les arrêter, suivant l'emploi des appareils d'induction ou des piles Remak[1].

A côté des effets produits par l'excitation électrique, il est intéressant de comparer l'action de quelques autres agents.

1. Nous avons également étudié l'influence du froid, des purgatifs, de l'atropine, de la morphine, etc. Voici le résumé de ces recherches :

L'eau glacée arrête les mouvements péristaltiques en donnant de la contracture, l'eau chaude active les mouvements.

L'eau, chargée de chlorure de sodium, augmente l'énergie des mouvements.

L'huile de croton détermine des contractions qui s'ajoutent à la contracture pour chasser les matières; l'ipécacuanha agit d'une façon analogue.

Les purgatifs salins n'augmentent pas l'énergie des contractions.

L'atropine à faible dose augmente les mouvements péristaltiques et les abolit à forte dose.

La morphine ralentit les contractions sans les abolir.

Le strychnine, à dose toxique, détermine de la contracture avec paroxysmes lorsqu'il y a des convulsions générales.

Excitation de l'intestin par irritation mécanique.

Il semble tout naturel d'admettre qu'une excitation directe de l'intestin produit une contraction et une augmentation de tension, et c'est bien ce qui se montre à un certain moment; mais si l'on examine plus scrupuleu-

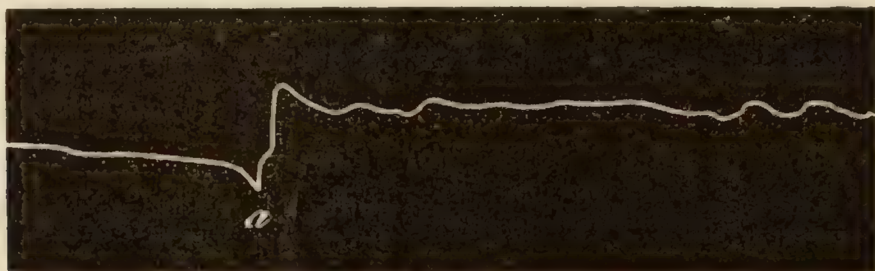


Fig. 238.

sement, on voit que la contraction est le phénomène terminal; il y a un phénomène initial qui peut passer inaperçu et qui n'a pas encore été remarqué, probablement à cause de son instantanéité. Quand on excite rapidement soit la surface muqueuse, soit la surface séreuse, la tension baisse brusquement pour se relever ensuite et devenir plus forte qu'avant l'expérience. Nous avons souvent répété cette observation, tantôt sur l'intestin grêle, tantôt sur le gros intestin et l'estomac.

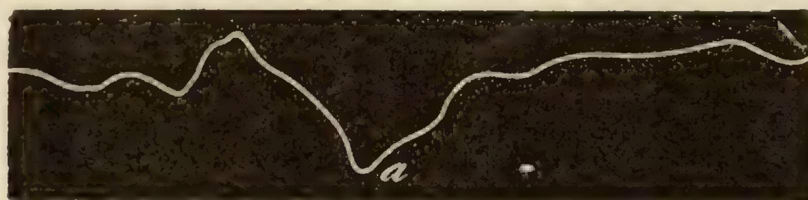


Fig. 239.

Dans la figure 238, on peut voir au point *a* l'effet de l'excitation de la surface séreuse de l'estomac; avec une pince très fine on a saisi une portion des parois au niveau du sachet, on a serré rapidement, puis on a cessé de suite; un abaissement immédiat survient, et ensuite la tension augmente et se maintient élevée.

Dans la figure 239, on a agi sur la muqueuse de l'estomac d'un chien en profitant d'une fistule gastrique. On a introduit l'ampoule dont nous nous servons habituellement, et pendant qu'on enregistrait le tracé, on a brusquement changé sa place en froissant la muqueuse; il y a également, au moment même, dans le point *a*, une rapide descente suivie d'une ascension. On pourrait objecter ici que l'ampoule se trouvait d'abord comprimée, et qu'en changeant sa place on a pu la mettre dans une portion de la cavité

stomacale où la pression était moindre ; mais on arrive au même résultat sans changer de place en lui faisant exécuter un mouvement de rotation. Au reste, pour l'intestin grêle, l'ampoule remplit la cavité ; on peut même la disposer de façon qu'elle distende légèrement les parois, et malgré cela un abaissement de tension instantanée se produit dès qu'on la tire brusquement ; lorsqu'on la pousse, on réussit également quelquefois, mais le plus souvent il se fait un tassement qui s'oppose à la manifestation du relâchement des parois et l'on a de suite l'augmentation de pression.

Dans un cas où l'animal (c'était un chat) était profondément endormi par le chloroforme, l'abaissement de la tension à la suite du pincement se prolongeait plus que de coutume.

Les excitations mécaniques ne sont pas seules aptes à produire cette singulière action ; l'injection brusque d'un liquide irritant amène un résultat analogue. La figure 240 montre les effets d'une injection d'alcool dans une

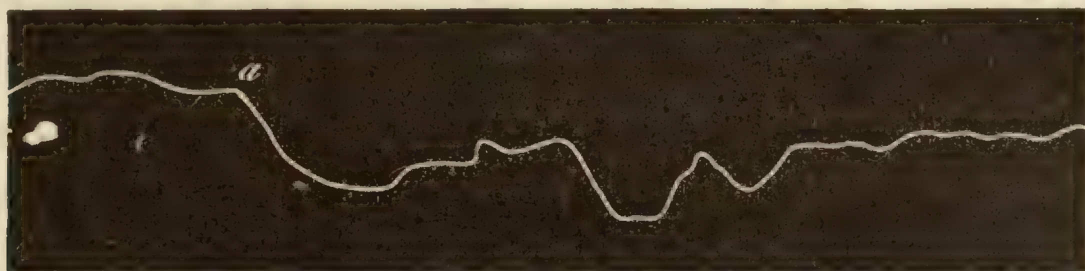


Fig. 240.

fistule intestinale (l'injection a lieu en *a*). L'eau, et même l'eau à 0°, fait au premier moment baisser la tension si elle est injectée rapidement, puis, comme dans les cas précédents, survient une contraction énergique.

Résumé de l'influence des courants électriques sur les mouvements de l'intestin.

Les courants d'induction appliqués directement aux intestins donnent une contracture au niveau des pôles ; entre les pôles, il y a relâchement des parois.

Les courants continus abolissent les mouvements péristaltiques et amènent une diminution de tension si le courant suit la direction normale des mouvements, ou une augmentation si le courant va en sens contraire.

L'électrisation de la moelle par les courants continus augmente notablement les contractions péristaltiques au moment de leur application.

Les courants d'induction sur les splanchniques font augmenter progressivement la tension sans déterminer des mouvements péristaltiques.

Les courants continus sur les splanchniques donnent lieu à des contractions péristaltiques.

L'électricité, portée sur les plexus nerveux et les nerfs mésentériques, produit des effets analogues.

Les courants interrompus sur les pneumogastriques causent une dilatation de l'intestin et son immobilité ; ce phénomène a lieu par action réflexe. Ils amènent au contraire directement la contraction de l'estomac.

Les courants continus modérés sur les pneumogastriques agissent peu sur l'intestin, ils arrêtent les contractions normales ou pathologiques de l'estomac.

DE LA CONTRACTION DES MUSCLES DE LA VIE VÉGÉTATIVE

Personne n'ignore combien les fibres-cellules sont répandues dans l'organisme ; elles y sont véritablement à l'état de diffusion. En effet, outre les points où elles forment de véritables masses musculaires (utérus, vessie, intestins), on trouve dans les diverses régions du corps des faisceaux et même des éléments isolés ; il est peu de tissus ou d'organes qui en soient dépourvus : ceux même qui semblent ne point en avoir en contiennent accessoirement, à cause des vaisseaux dont la tunique musculaire est si riche en fibres lisses. Ces muscles produisent à tous moments une infinité de mouvements dont nous n'avons pas conscience ; la somme de ces mouvements qui sont incessants constitue une force considérable et doit être prise en sérieuse considération dans l'étude de la production de la chaleur et la dénutrition. Alors même que l'organisme semble dans un repos absolu, pendant le sommeil par exemple, les vaisseaux, les conduits glandulaires, l'estomac, les intestins continuent leurs contractions, il y a là un travail continuel s'opérant sans le concours de la volonté. En effet, chez l'homme, aucun muscle lisse n'obéit à la volonté, tandis que les mouvements des muscles striés peuvent être volontaires ou involontaires, comme ceux du cœur, du diaphragme.

Quelle que soit la disposition des fibres lisses, qu'elles forment des faisceaux isolés, des masses épaisses, ou qu'elles soient disposées en nappe, on ne trouve pas de véritables insertions nettement délimitées comme pour les muscles striés. Si elles sont plongées dans l'épaisseur des tissus, le derme par exemple, leur contraction agit sur ces tissus en les condensant, sans que le mouvement soit dirigé dans un sens plutôt que dans un autre; c'est ainsi que le dartos se resserre, que la rate diminue de volume.

Dans les organes en forme de poches dont les parois renferment des fibres lisses, la contraction a pour but de chasser les matières continues avec plus ou moins de force, suivant l'épaisseur des couches musculaires. Ici le mécanisme est plus compliqué : il faut d'abord que la cavité puisse se remplir, et pour cela l'orifice qui sert au déversement doit rester fermé; aussi, au niveau de cet orifice, les muscles sont généralement plus épais et forment une masse annulaire qui, par sa tonicité, empêche la sortie des liquides ou des solides.

Lorsque la distension dépasse certaines limites variables pour chaque organe, lorsqu'une irritation accidentelle atteint la muqueuse, et surtout lorsque l'orifice de sortie est tiraillé par le gonflement de la poche, la contraction survient. Il est remarquable que presque toujours c'est une irritation qui se passe en dehors et même fort loin de la cavité qui provoque l'action réflexe et l'évacuation. A la vessie, c'est au col et dans la portion membraneuse de l'urèthre que se trouve le siège de cette irritation. La vessie étant pleine, la tension des fibres musculaires et surtout du tissu élastique ne pouvant plus augmenter, il y a besoin d'uriner; si ce besoin n'est pas satisfait, le col cède et laisse passer quelques gouttes d'urine qui déterminent de suite un

spasme des muscles du périnée. La contraction de la vessie cesse devant cette résistance pour recommencer quelque temps après. Évidemment la muqueuse vésicale peut, lorsqu'elle est irritée, déterminer également la contraction ; de même l'impression du froid qui s'oppose à la dilatation rend plus fréquent et plus impérieux les besoins d'uriner : le col cède alors plus vite devant l'impossibilité de la distension. L'irritation de l'urèthre et même du méat suffit quelquefois pour déterminer l'action réflexe et l'expulsion de l'urine; nous avons pu plusieurs fois constater ce fait chez des lapins que nous voulions sonder : à peine l'instrument avait-il touché le méat que la vessie se contractait.

L'utérus, immobile pendant une grande partie de la vie, se développe progressivement dans la grossesse ; lorsqu'il est arrivé aux dernières limites de l'élasticité, son col s'entr'ouvre et bientôt les mouvements surviennent.

Pour la vésicule biliaire, nous voyons l'excitation de l'orifice du canal cholédoque réagir sur cette poche; enfin le siège de l'excitation initiale est encore plus éloigné pour les vésicules séminales, puisque c'est la verge et surtout le gland qui transmettent aux centres nerveux l'ébranlement nécessaire pour l'éjaculation.

Ainsi le plus souvent ce n'est pas une excitation directe des parois qui amène la contraction; celle-ci peut survenir à la suite d'une action réflexe dont le point de départ est plus ou moins éloigné de l'organe[1].

Dès que les muscles de ces organes creux entrent en activité, les faisceaux qui se dirigent de l'orifice au sommet de

1. Une récente communication du professeur Guyon à l'Académie des sciences, établit que c'est la tension des parois de la vessie qui amène le besoin d'uriner, et que celle-ci ne dépend pas de la mise en action d'une sensibilité, en quelque sorte élective, ayant un centre spécial sur un point déterminé de la muqueuse du col ou du corps, mais que cette sensation a son siège dans la totalité de l'organe.

la cavité ont pour effet principal de tenir cet orifice dilaté; c'est qu'en effet, en prenant un point d'appui sur le contenu, ils tendent à redresser la courbure des parois, et comme, en outre, lorsque l'organe est distendu, les fibres se dirigent obliquement sur le col, celui-ci est dilaté.

C'est dans les tubes ou conduits qu'apparaît le type complet de la contraction péristaltique consistant en ondulations qui se succèdent plus ou moins rapidement : ce mouvement péristaltique est caractéristique des muscles lisses et en rapport avec leur structure. Dans les muscles striés on trouve quelques vestiges de ces ondulations, surtout lorsqu'il y a fatigue ou que la nutrition cesse d'avoir lieu; l'excitation frappant un faisceau de fibres primitives, le mouvement se propage rapidement aux extrémités, et l'on conçoit que la propagation est plus lente et que les ondes deviennent plus visibles si le muscle est dans un état anormal. Mais si la lenteur et l'évidence des ondulations ne sont jamais aussi nettes que dans les muscles lisses, c'est que les faisceaux de ces muscles ne sont plus constitués par des fibres étendues d'une extrémité à l'autre, mais par une multitude d'éléments juxtaposés. Le mouvement communiqué à un ou à plusieurs de ces éléments ne pourra donc se transmettre que successivement aux voisins, puis à ceux qui sont plus éloignés; de là cette lenteur de contraction et son type vermiculaire qu'il est si facile de constater sur le dartos de l'homme. Ces mouvements vermiculaires qui existent partout où il y a des fibres lisses ne sont nulle part plus développés que sur les tubes munis d'éléments musculaires lisses (intestins, vaisseaux, uretères, canaux glandulaires, etc.). Dans la plupart de ces organes on a découvert des ganglions microscopiques disséminés qui règlent le mouvement; la contraction partie d'un point

s'éteindrait bientôt s'il ne se trouvait des ganglions capables de communiquer une impulsion nouvelle. Le mouvement péristaltique devient plus difficile à constater dans les petits canaux comme l'uretère et les divers conduits glandulaires, mais c'est pour les vaisseaux surtout que la difficulté est grande; comme la contraction vasculaire active coïncide avec la diastole artérielle, on a attribué à l'élasticité seule le pouvoir de modifier à chaque impulsion cardiaque le calibre des vaisseaux.

Une fonction toute spéciale, mais qui rentre dans les lois générales, existe pour les fibres musculaires de l'iris. Cet organe, véritable diaphragme, présente les fibres lisses en faisceaux circulaires; on croyait également avoir observé des fibres radiées admises surtout pour appuyer des explications physiologiques plus ou moins hypothétiques. La contraction des fibres de l'iris doit tendre nécessairement à rétrécir la pupille, mais il est impossible d'admettre que ce resserrement et la dilatation soient dus uniquement aux muscles. Que ceux-ci interviennent dans les changements brusques dans l'exposition vive de l'œil à la lumière, c'est probable; mais il serait unique de voir un muscle rester en contraction physiologique d'une façon permanente. Les fibres lisses comme les fibres striées ne peuvent rester longtemps contractées; il faut du repos, et d'autant plus de repos que le travail aura été plus considérable. Voit-on jamais la pupille après un resserrement qui dure depuis plusieurs heures se dilater, se reposer enfin? Il faut chercher ailleurs une explication, et nous pensons que la plupart de ces phénomènes pupillaires doivent être attribués aux vaisseaux[1].

1. Voir la thèse de Ch. Legros.

Conditions nécessaires pour la contractilité des fibres lisses.

Il est une loi en biologie qui ne semble pas avoir d'exceptions, c'est que plus un élément vivant présente d'activité, moins cet élément résiste aux causes de destruction. Cette loi est applicable non seulement aux éléments anatomiques, mais aux tissus et même aux organismes complets. Le muscle strié dont l'activité est remarquable perd rapidement ses propriétés lorsqu'il cesse de recevoir du sang; le muscle lisse, au contraire, conserve sa contractilité longtemps après l'arrêt de la circulation. De même l'animal à sang froid résiste à la destruction bien plus longtemps que le mammifère. Chez le premier, on peut enlever tout le sang, le remplacer par du mercure, et la vie ne cesse pas immédiatement; que le cœur s'arrête brusquement chez l'homme, toutes les fonctions animales cessent aussitôt, et les propriétés organiques ne tardent pas à disparaître. On peut même, en poussant les choses à l'extrême, dire qu'il est difficile de produire chez certains êtres inférieurs des lésions mortelles; on peut hacher les polypes d'eau douce, chaque fragment continue à vivre, bien mieux, il devient l'origine d'un être nouveau. Les éléments anatomiques, qui sont en réalité de petits organismes associés les uns aux autres, peuvent résister énergiquement aux causes ordinaires de destruction quand leur activité est faible, et les fibres lisses, comme nous le disions, en sont un exemple. En empêchant le sang de se rendre dans ces tissus, on voit la contractilité persister longtemps; bien plus, dans quelques organes à muscles lisses pourvus en outre de ganglions nerveux intrapariétaux, comme les intestins, les mouvements s'exagèrent

par l'excitation qu'apporte un brusque changement dans la nutrition.

On sait qu'après la mort les muscles de la vie organique conservent leurs propriétés quand les muscles striés sont devenus rebelles à toute excitation. Les ganglions nerveux du grand sympathique participent à cette faculté de résister à la destruction, de sorte que des mouvements coordonnés peuvent encore se montrer quand la vie a cessé ; on a vu l'utérus expulser le fœtus après la mort de la mère.

Influence de la température. — Une température de 45 degrés suffit pour anéantir les propriétés de la plupart des tissus de l'économie ; les muscles lisses ne font pas exception. Mais, sans arriver à cette température extrême, on constate qu'une chaleur modérée facilite les contractions, surtout celles à type franchement péristaltique ; il a été souvent répété que le froid favorisait la contraction des fibres lisses ; tel n'est pas notre avis, le froid détermine la contracture, mais il abolit la contraction physiologique. Nous l'avons montré pour l'intestin, dont le calibre se rétrécit et dont les parois s'immobilisent sous l'influence du refroidissement ; on peut constater un phénomène analogue pour les vaisseaux périphériques, pour le dartos, etc.

Mais pour la vessie, dira-t-on, le froid amène des contractions plus actives, ou du moins plus fréquentes ; personne n'ignore en effet que le refroidissement provoque des envies d'uriner, et qu'il suffit souvent, chez des gens dont la vessie est paresseuse, du contact d'un corps froid au périnée ou sur le bas-ventre pour faire uriner. C'est qu'en effet de cette façon on contracture la tunique musculaire de la vessie, et la pression des parois sur le contenu amène une dilatation du sphincter et l'émission de l'urine.

Influence du repos et de l'exercice. — Le repos absolu

d'un muscle strié, la privation de l'innervation, entraînent son atrophie et, dans certains cas, la perte de ses fonctions propres. Lorsqu'un muscle de la vie organique cesse d'agir, l'atrophie consécutive survient moins rapidement; à la longue, quand l'immobilité est complète, les fibres lisses s'atrophient; on constate ce fait dans les cas d'anus contre nature de longue durée; si rien ne passe par le bout inférieur, l'épaisseur des parois intestinales est alors diminuée. Un vaisseau sanguin oblitéré présente des particularités analogues. Il faut noter cependant que souvent les éléments musculaires diminuent de nombre et de volume sans disparaître absolument, et que ceux qui persistent ont conservé la contractilité. L'utérus, après des années de repos, contient des fibres-cellules. Les vésicules séminales des vieillards et des paraplégiques ont encore des fibres lisses.

D'autre part, il est certain que l'exercice augmente le volume des muscles de la vie organique; il survient de véritables hypertrophies dans le cas où il y a exagération de mouvements. Que la vessie soit obligée pour se vider de vaincre un obstacle, qu'un rétrécissement de l'intestin exige des efforts multipliés pour le passage des matières, et l'on constatera que la tunique musculaire s'est épaissie, que les fibres-cellules ont augmenté de nombre et de volume. Cette hypertrophie peut avoir une autre cause: l'utérus, qui se développe pendant la grossesse, subit une énorme augmentation de volume que l'on ne peut attribuer à des contractions répétées, mais bien à une cause analogue qui détermine le brusque mouvement des vésicules séminales au moment de la puberté.

Mécanisme de la contraction.

La contraction de la fibre lisse se fait de la façon suivante:

Supposons qu'une excitation mécanique ou nerveuse agisse en un point du muscle, sur une seule fibre-cellule si l'on veut; la cellule va se raccourcir, il se forme un plissement qui est accusé au microscope par des bords sinueux, le noyau de la cellule participe lui-même au mouvement, il se contourne.

Voici un moyen que nous avons employé pour observer ce phénomène : un fragment de muscle lisse, pris sur un animal vivant ou récemment sacrifié, est plongé dans une solution faible d'acide chromique, ou mieux encore dans une solution de nitrate d'argent au 400me. Grâce à la persistance de contractilité, le fragment, en s'imbibant du réactif, se resserre, il y a une véritable contraction qui persistera, car le réactif va coaguler les substances liquides ou demi-liquides et immobiliser les éléments anatomiques; on peut alors, par l'examen microscopique, reconnaître que les fibres-cellules, tout en conservant leur forme habituelle, présentent sur leurs bords de fines dentelures ; il y a un véritable plissement de chaque élément. La contraction des muscles lisses résulte donc, comme celle des fibres striées, d'un véritable tassement. On pourrait objecter que ces fines dentelures sont le résultat, non de la contraction, mais de l'action chimique du réactif employé; dans cette hypothèse, on devrait obtenir des préparations semblables avec les fibres-cellules prises sur le cadavre; du reste, Charles Robin [1] avait observé

1. Dans Lebert, *Mémoire sur la formation des muscles*, etc. (*Annales des sciences naturelles*, Paris, 1850, t. XII, p. 177, pl. VI, fig. 13).

ce plissement des fibres lisses sur des annélides vivants, sans l'emploi d'un réactif, par l'observation de la contraction spontanée. Nous croyons que les fibres-cellules de divers animaux que l'on trouve figurées avec des ondulations ont été dessinées en état de contraction.

L'élément unique que nous supposons en contraction est en contact avec les éléments semblables qui se trouvent tiraillés, et qui, sous l'influence de cette excitation mécanique, se contractent de la même façon et exercent, à leur tour, de proche en proche, une action analogue, de sorte que la contraction rayonnera autour du premier élément excité qui sera le centre du mouvement. L'excitation est-elle faible, le mouvement s'étendra peu à peu comme les ondes liquides lorsqu'on jette une pierre dans l'eau; si elle est faible, la contraction pourra se transmettre dans tout le faisceau ou même dans tout l'organe; mais alors à mesure que les ondulations s'éloignent, les parties primitivement contractées se relâchent, et l'on a un mouvement péristaltique qui, dans plusieurs organes, est encore aidé par la présence des ganglions intra-pariétaux; ceux-ci réagissent lorsque l'onde les atteint et donnent une nouvelle impulsion.

L'excitation est-elle encore plus intense, ou mieux, est-elle permanente, l'ondulation s'étendra aux parties voisines comme ci-dessus, mais les cellules qui recevront l'ébranlement resteront contractées, et l'on aura la contracture.

C'est ainsi qu'on peut expliquer les contractions limitées, les contractions péristaltiques et les contractions tétaniques, qui sont les trois formes de mouvement dans les fibres lisses.

Après l'état d'activité survient le retour à l'état normal; ici le mécanisme est facile à comprendre : l'élasticité propre à l'élément musculaire tend à lui faire reprendre sa forme, et en cela il est puissamment aidé par les fibres élastiques

qui l'accompagnent et qui, cessant d'être tiraillées, reprennent la longueur qu'elles possédaient auparavant. Ces fibres élastiques jouent le rôle du myolemme des muscles de la vie animale.

Les fonctions des muscles lisses et des fibres élastiques auraient, d'après les physiologistes, une grande analogie. On dit généralement qu'ils concourent au resserrement des vaisseaux; rien n'est plus faux, car, dans tous les organes où l'on rencontre des fibres-cellules, il existe en même temps des fibres élastiques chargées de ramener les tissus à leur dimension normale lorsque les muscles entrent en repos. Il y a, en un mot, entre l'élément contractile et l'élément élastique un véritable antagonisme; les vaisseaux ne font pas exception à la règle, et, pendant que les muscles agissent activement pour modifier le calibre, les fibres élastiques tendent seulement à conserver au conduit une forme constante, en s'opposant à une dilatation trop forte lorsque les muscles n'agissent pas, et en luttant contre le resserrement produit par la contraction musculaire énergique.

Dans les fibres striées, l'action est brusque, instantanée, mais on observe également des ondulations qui partent d'un point pour aboutir aux extrémités; seulement le phénomène est rapide, instantané, si le muscle est sain. Dans les fibres lisses, au contraire, tout est lent, la contraction ne produit pas une secousse brusque, elle n'est pas simultanée, elle s'établit graduellement, pour se maintenir longtemps, et cesse peu à peu. Dans les graphiques que nous avons obtenus on trouve des caractères différentiels assez marqués.

Généralement la ligne ascendante qui marque la contraction est légèrement oblique lors de la détente. Quelque-

fois même, dans les contractions normales du gros intestin par exemple, le tracé complet représente à peu près un arc de cercle. Si cependant le mouvement est très actif, le tracé diffère peu de celui des fibres striées. Ce qui établit une différence notable, c'est la variété de forme que peut prendre le tracé des contractions des muscles de la vie organique.

Nous avons donné, dans le paragraphe précédent, quelques exemples des tracés obtenus avec les intestins. Nous montrons (fig. 241) le tracé d'une contraction spontanée de la vessie d'un chien ; une ampoule de caoutchouc, introduite par la portion membraneuse de l'urèthre, transmettait le mouvement; la durée du tracé est d'une demi-minute. On remarquera que, dans des contractions progressives de longue durée et généralement dans les efforts, la période de contraction est plus longue que la période de retour au repos, ce qui est le contraire de ce qui arrive dans les mouvements plus rapides, comme ceux de l'intestin. Dans le muscle strié, quelle que soit la nature ou la force de l'excitation, la figure obtenue sera plus grande ou plus petite, mais le type ne changera guère ; pour les fibres lisses, on aura, suivant la puissance de l'excitation et l'état du muscle, des différences évidentes : tantôt l'obliquité de la ligne ascendante sera égale à la ligne descendante, ou bien elle sera moins prononcée, les lignes se joindront par un sommet aigu ou un arc de cercle, etc.

Dans les organes à fibres lisses dont la fonction est de chasser au dehors des matières liquides ou solides, il y a un effort continu qui persiste jusqu'à l'expulsion du contenu, si le contenu est liquide et qu'il n'y ait point d'obstacle à l'écoulement, citons comme exemple la vessie et les vésicules séminales. Pour ces dernières, on pourrait croire que

l'écoulement n'est pas continu à cause des intermittences qui existent dans l'éjaculation, mais c'est l'urèthre qui se



Fig. 241.



Fig. 242.

contracte spasmodiquement et qui détermine l'intermittence. Lorsqu'au contraire les matières à expulser sont so-

lides, on rencontre des résistances accidentelles; il s'ensuit une succession d'efforts, puis un repos plus ou moins prolongé auquel succèdent de nouveaux efforts, jusqu'à l'expulsion complète. Ces efforts sont indiqués dans les tracés par une élévation plus ou moins rapide du niveau, et ce niveau se maintient quelque temps comme nous l'avons montré dans les contractions du rectum et comme nous le montrons figure 242. Cette figure représente une contraction de l'utérus d'une chienne enregistrée au moyen d'une ampoule de caoutchouc introduite par le col immédiatement après la parturition.

Dans les mouvements dus aux fibres striées, la volonté intervient le plus souvent; c'est exceptionnellement que l'on constate des actes dus à de simples actions réflexes, les muscles de la vie organique sont toujours mis en jeu de cette dernière façon; nous avons vu que ces actions réflexes s'opèrent le plus souvent sur les ganglions voisins, sur ceux qui, quelquefois, sont disséminés dans l'épaisseur de l'organe, mais elles peuvent atteindre des ganglions plus éloignés de telle sorte qu'une excitation partie d'un point isolé réagira sur tout l'organe ou même sur des organes voisins, comme on le voit pour le rectum, dont les contractions réagissent sur la vessie; réciproquement, pendant la miction, il faut quelquefois l'intervention de la volonté pour empêcher l'expulsion des gaz ou des matières liquides du gros intestin, comme l'envie d'uriner accompagne presque toujours la défécation.

Nous avons dit que l'effort musculaire, qui est l'exagération de la contraction normale, se rencontre dans les muscles lisses comme dans les muscles volontaires. Pour ces derniers, le mécanisme de l'effort exige certains actes préliminaires comme l'occlusion de la glotte, etc.; pour les con-

tractions des fibres lisses, et spécialement pour les organes tubulés et ampullaires, il faut également quelques conditions. Dans l'effort de la vessie, de l'utérus, du gros intestin, de l'estomac, les muscles qui entourent la cavité péritonéale se roidissent, et les organes contenus trouvent un point d'appui pour exécuter leurs mouvements. La contraction du diaphragme et des muscles abdominaux n'a pas simplement pour but de presser sur les organes et d'exprimer pour ainsi dire le contenu, elle concourt surtout à former un plan résistant pour faciliter l'effort et servir de point d'appui.

Lorsqu'on voit les muscles de la vie organique et encore les muscles striés du cœur exécuter des mouvements automatiques, on s'imagine difficilement qu'ils puissent se fatiguer; cependant ils se fatiguent et même il y a épuisement de tout l'organisme lorsque leur activité est exagérée comme dans l'accouchement, les efforts impuissants pour uriner, une selle copieuse.

Dans l'état d'activité ordinaire, il y a pour les organes tubulés, par exemple, des alternatives de contraction et de repos, et par conséquent peu de fatigue musculaire; mais, que les contractions deviennent plus fortes sous l'influence d'une excitation, ou qu'il survienne de véritables efforts, l'organe ne tardera pas à se reposer pendant un temps plus ou moins long; il arrivera même à un état d'atonie; c'est ce qui a lieu pour la vessie lorsqu'un obstacle ou simplement la volonté s'oppose à l'émission de l'urine; la contraction cesse bientôt et reparaît plus vive après un repos, puis de nouveaux efforts surviennent et enfin le besoin d'uriner disparaît peu à peu, et la vessie, dans les cas extrêmes, peut devenir complètement inerte. Pour l'intestin, nous avons observé des faits analogues : après une série de mouvements

énergiques, arrive un repos prolongé. La contraction des muscles vasculaires est également de courte durée si elle est exagérée, un repos devient nécessaire; même explication pour l'inertie de l'utérus dans les accouchements de longue durée, etc.

Mouvements réflexes.

Il est facile de s'apercevoir que tous les mouvements des muscles lisses sont réflexes, mais ces actions réflexes s'exercent souvent sur les organes isolés de ceux qui ont reçu l'impression, ainsi l'iris se dilate dans certaines affections intestinales. Dans bien des cas il n'est pas nécessaire que l'excitation porte sur les ramifications du grand sympathique, l'action réflexe peut s'exercer par l'entremise des centres cérébro-rachidiens; l'excitation des nerfs et du pénis détermine la contraction des vésicules séminales, et celle du nerf optique resserre la pupille. L'irritation d'un point quelconque du corps amène en ce point une circulation plus active, grâce aux mouvements particuliers des muscles vasculaires; la titillation de la luette provoque le vomissement.

L'irritation de la muqueuse d'un organe muni de fibres lisses retentira dans les ganglions voisins si elle est faible et de peu de durée; elle atteindra les centres nerveux si elle est intense et prolongée. N'y a-t-il pas quelque chose d'analogue pour les actions réflexes observées ailleurs? Lorsque, par exemple, on pince légèrement la patte d'une grenouille décapitée, on agit sur un groupe de cellules de la moelle qui fait contracter cette patte; si l'on pince violemment, il survient des mouvements dans les deux pattes

et même dans la totalité du corps; l'impression s'est transmise alors à tout l'axe spinal.

Les mouvements des muscles de la vie organique ne sont pas entièrement soustraits aux influences psychiques; les muscles vasculaires exagèrent leurs contractions rhythmiques ou se contractent tétaniquement dans la peur, la colère, ou même par des sensations moins violentes, comme la pudeur. La vessie et les intestins subissent également le contre-coup des passions diverses; la pupille se contracte dans la colère et se dilate par la peur; c'est la peur également qui peut amener par l'action des muscles lisses cette rétraction du derme qui produit la chair de poule. Le dégoût provoque le vomissement, l'idée seule que l'on a pris une substance purgative peut faire contracter l'intestin et amener des selles fréquentes, lors même que la substance ingérée n'est point purgative.

L'imitation elle-même n'est pas étrangère à quelques mouvements des muscles organiques; beaucoup de personnes ont des nausées à l'aspect d'un malade qui vomit; les spasmes de l'hystérie sont contagieux, et il suffit souvent d'entendre le bruit de l'eau qui s'écoule d'un robinet pour ressentir des envies d'uriner.

Des excitants appliqués directement sur les muscles lisses.

Le pincement ou l'irritation par les agents chimiques ne provoquent pas immédiatement une contraction; celle-ci ne survient qu'au bout d'un temps fort court, mais parfaitement appréciable; bien plus, pendant cette courte période qui précède la contraction, il y a diminution de la tonicité et relâchement complet; cette période est presque instan-

tanée, mais nous avons pu la saisir au moyen des appareils enregistreurs. C'est par le pincement surtout que l'on obtient ce résultat; l'application directe des courants interrompus en fournit aussi quelquefois des exemples, comme on peut le voir figure 243. On électrise la vessie d'un chien; le point A indique le début de l'électrisation; il y a un brusque abaissement de tension, puis la contraction s'opère. Ce relâchement rapide suivi de contraction favorise certainement la marche normale des matières contenues dans les tubes contractiles; prenons pour exemple les matières fécales dans l'intestin. Dès qu'une masse fécale en mouvement atteint un point quelconque de l'intestin, celui-ci se dilate momentanément à ce niveau pendant qu'il se contracte en arrière de la masse. La progression est donc ainsi facilitée. La contraction, une fois déclarée au point irrité, s'étend progressivement en formant un cercle plus ou moins grand; elle s'arrête tout de suite si elle rencontre un obstacle; ainsi la vessie, pincée en un point, se contracte localement, et tout l'organe ne participe pas au mouvement. Sur les tubes contractiles, une excitation forte détermine d'abord la contraction locale, puis le mouvement vermiculaire.

L'électricité appliquée directement sur les muscles de la vie organique donne des résultats remarquables. Les courants d'induction agissent au niveau du contact des pôles, et la portion située entre les pôles reste immobile; et même, comme nous l'avons constaté plusieurs fois sur l'intestin, il peut y avoir relâchement en ce point, surtout si les pôles sont très éloignés. L'organe que l'on électrise ainsi est-il petit? Agit-on par exemple sur la vésicule biliaire ou les vésicules séminales, il y a expulsion du contenu; il n'en est point tout à fait de même pour la vessie. Cependant, si le

courant est intense et la vessie peu gonflée, on peut amener une contraction de tout l'organe; nous en donnons un exemple figure 244. L'ampoule étant introduite dans la vessie, on électrise au point A'; la tension augmente rapidement et se maintient. Les courants continus, appliqués directement sur les fibres lisses, donnent, au moment de la fermeture du circuit, une contraction locale au niveau des pôles, puis l'organe garde le repos. Si les muscles étaient en activité, ils cessent de se mouvoir et restent inertes pendant le passage de l'électricité; c'est ce que nous avons constaté sur différents organes, et principalement sur l'utérus. Chez une chienne en parturition nous avons pu arrêter les contractions utérines en plaçant le pôle négatif dans le vagin et le pôle positif dans la gueule de l'animal. En changeant l'ordre des pôles, il semblait qu'on obtenait une contracture de la matrice; la parturition était également enrayée, mais il n'y avait pas relâchement. C'est là, du reste, une circonstance remarquable de l'action des courants continus, et il est facile de s'en rendre compte en agissant sur les tubes doués de mouvements péristaltiques, nous avons montré pour l'intestin que le courant électrique marchant dans la direction naturelle du mouvement péristaltique amène une dilatation de l'intestin; s'il marche en sens contraire, on a de la contracture. La figure 245 montre clairement que l'action des courants continus sur les fibres lisses a beaucoup d'analogie avec ce que l'on observe pour les fibres striées. On voit qu'en électrisant au point A il y a une contraction, puis le repos arrive peu à peu; et, lorsqu'on interrompt le courant en B, il y a une nouvelle contraction, mais elle est plus faible. Ce tracé a été donné pour la vessie, le pôle positif était sur la vessie et le négatif au périnée.



Fig. 243.



Fig. 244.



Fig. 245.

Les muscles vasculaires, dont le mécanisme présente d'ailleurs tant d'analogie avec celui des muscles de l'intestin, obéissent aux mêmes lois. Nous avons montré que l'on pouvait augmenter ou diminuer la circulation suivant qu'on employait un courant continu centrifuge ou centripète; c'est un fait constant que l'on peut vérifier sur l'oreille d'un lapin, ou mieux, à l'aide du microscope sur la patte d'une grenouille. Nous supposions alors que le courant centripète diminuait l'action propre des vaisseaux et que le courant centrifuge l'augmentait; après examen approfondi et en comparant l'action des muscles lisses analogues, nous sommes arrivés à cette conviction que le courant électrique continu agissait sur les vaisseaux comme sur les autres organes tubuleux doués de mouvements péristaltiques, c'est-à-dire qu'il abolissait les mouvements propres, et qu'en outre un courant descendant déterminait le relâchement, et un courant ascendant la contracture de ces vaisseaux. Mais lorsqu'on agit sur les ganglions, les dilatations vasculaires sont dues à une action active; de là, l'avantage d'électriser les centres avec des courants continus.

Excitation des nerfs qui se rendent aux muscles lisses.

On a remarqué que l'excitation des nerfs semblait agir moins énergiquement sur les muscles lisses que l'excitation directe de ces muscles, ce qui est le contraire de ce que l'on voit pour les fibres striées. Il y a là sans doute une raison anatomique qui ne sera complètement résolue que par la connaissance de la terminaison des filets du sympathique.

Il est une particularité sur laquelle on a peu insisté et qui nous explique cette espèce de résistance des muscles lisses à l'excitation portée sur les nerfs, c'est la nature même de ces nerfs; ici, en effet, on ne trouve pas de gaine isolante, les éléments nerveux conducteurs sont directement en rapport avec les tissus voisins; on pourrait donc croire que dans ce cas la transmission ne se fait pas avec autant de rapidité et qu'il y a une sorte de diffusion de l'agent nerveux. Nous ne savons pas qu'on ait fait des expériences pour constater la différence de la vitesse de transmission entre les tubes nerveux ordinaires et les filets du grand sympathique; il est probable que ceux qui réaliseront cette expérience trouveront une différence notable; mais pour le moment nous sommes réduits à une simple hypothèse. Il faut également songer que souvent, en excitant un filet nerveux, on n'agit pas directement sur le muscle, mais sur une ou plusieurs cellules nerveuses d'où partent les ramifications terminales.

En électrisant le splanchnique, par exemple, on agit d'abord sur les ganglions du plexus solaire; en portant les courants sur les filets nerveux mésentériques, on n'est pas encore à l'abri de cette cause d'erreur, puisqu'on excite ainsi les ganglions intra-pariétaux de l'intestin et non les muscles eux-mêmes. Ce sont là autant de causes qui ralentissent ou modifient l'influence des excitations nerveuses.

Les courants d'induction dirigés sur les nerfs moteurs amènent progressivement, et non brusquement, une contraction tétanique des muscles lisses; que l'on agisse au delà ou en deçà des ganglions, le fait est le même; il y a une exception pour l'iris, mais cette exception n'est qu'apparente, la faradisation du sympathique au cou resserre le calibre des vaisseaux et dilate la pupille; nous avons donné

une explication de cette espèce de contradiction dans la première partie de cette étude. Tels sont les résultats que l'on obtient par les courants d'induction intenses; cependant il est possible, en ayant soin de prendre les nerfs avant leur pénétration dans les ganglions et en employant des courants très faibles, de déterminer une légère excitation de ces ganglions, et par conséquent des mouvements semblables à ceux qui s'exécutent sous l'influence des actions réflexes normales. Mais ce résultat est atteint bien plus sûrement si l'on emploie les courants continus; ceux-ci, par une stimulation soutenue, donnent aux cellules nerveuses l'activité fonctionnelle, et il en résulte des mouvements. Si l'on n'agit pas sur les ganglions et qu'on excite les nerfs qui se rendent distinctement aux muscles lisses, on obtient à peu de chose près ce que l'on voit pour les muscles striés, c'est-à-dire qu'il y a une contraction à l'entrée et à la sortie du courant, et immobilité pendant l'électrisation. De même, si l'on vient à faire passer le courant pendant que les muscles sont en activité, la contraction cesse immédiatement comme en appliquant les pôles directement sur les muscles; c'est ainsi, comme nous l'avons montré, qu'on peut faire cesser les mouvements de l'estomac au moyen d'un courant descendant dirigé sur le pneumogastrique.

Régénération des muscles lisses.

La régénération des muscles striés après leur section est, sinon impossible, du moins difficile; nous n'avons pu l'obtenir. M. Dubreuil a été plus heureux que nous, et a publié le résultat de ses recherches dans le *Journal d'Anatomie et de Physiologie* (janvier et février 1869).

Pour les fibres lisses, il n'y a aucun doute; la régénération s'opère même rapidement. Nous avons présenté en 1869 à la Société de biologie la cicatrice de l'intestin d'un chien opéré depuis quinze jours, et les fibres-cellules apparaissaient déjà au milieu du tissu cicatriciel. Cela ne doit point surprendre; car les muscles lisses, malgré leur individualité réelle, conservent une grande partie des propriétés embryonnaires, et sans croire, comme on l'a dit, qu'il y a un passage insensible entre la fibre-cellule et la fibre striée, et que la première n'est qu'un arrêt de développement, nous ne pouvons nous empêcher de faire remarquer que la lenteur des contractions et de l'influx nerveux, ainsi que l'excitabilité moins prompte à disparaître après la cessation de la circulation, rapprochent les propriétés des muscles lisses de celles des muscles striés à l'état embryonnaire.

Résumé.

En résumé, les muscles lisses possèdent la plupart des propriétés générales des muscles striés (extensibilité, tonicité, contractibilité, etc.). Mais ces propriétés sont souvent modifiées; en outre, les muscles lisses présentent quelques phénomènes que l'on chercherait en vain dans les muscles striés. Un tableau comparatif fera mieux ressortir ces différences.

MUSCLES STRIÉS.	MUSCLES LISSES.
1. Contraction rapide, même pour les muscles indépendants de la volonté. Le retour à l'état de repos se fait aussi très promptement.	Se contractent lentement et reviennent lentement à l'état de repos.
2. Mouvements rarement involontaires.	Mouvements toujours involontaires.
3. La contracture survient à la suite d'une série de secousses.	La contracture survient progressivement et sans oscillations.

4. Le mouvement péristaltique est une exception.	Le mouvement péristaltique est la règle.
5. Abolition rapide des propriétés après la mort et sous l'influence de quelques poisons.	Résistance très grande aux causes de destruction. Persistance de la motilité longtemps après la mort.
6. Atrophie rapide et très prononcée après l'arrêt des fonctions.	Atrophie nulle ou peu marquée dans les circonstances analogues.
7. A la suite de l'exagération de la fréquence des contractions, on voit survenir une augmentation de volume des muscles, mais cette hypertrophie est relativement peu considérable.	L'hypertrophie et l'hypergenèse des fibres lisses se montrent à un haut degré dans toutes les circonstances où il y a exagération des mouvements ou du fonctionnement de l'organe pourvu de ces fibres.
8. L'excitation directe du muscle strié provoque immédiatement une contraction.	Sous l'influence de certains excitants, la contraction est précédée d'un relâchement instantané.
9. Les courants d'induction appliqués sur le muscle donnent un mouvement de la totalité du muscle.	Les courants d'induction donnent une contraction dans les points en contact avec les pôles. Si ceux-ci sont éloignés l'un de l'autre, il n'y a pas contraction dans les portions intermédiaires, il y a même relâchement.
10. Les courants continus ramènent les muscles à l'état de repos. (Nous ne tenons pas compte de la contraction à l'entrée et à la sortie du courant.	C'est également la règle pour les fibres lisses. Mais pour les organes qui ont des mouvements péristaltiques, il y a des différences correspondant au sens du courant; lorsque celui-ci suit la direction des contractions normales, il y a relâchement; en sens contraire, il y a contracture.
11. L'excitation électrique des nerfs agit plus énergiquement sur les contractions des muscles que l'excitation des muscles eux-mêmes.	L'excitation électrique des nerfs a moins d'influence que celle des muscles.
12. Les courants d'induction portés sur les nerfs moteurs amènent une contraction prompte.	Ces mêmes courants sur les nerfs des muscles lisses donnent une contraction lente et progressive.
13. Les courants continus sur les nerfs moteurs abolissent la contraction pendant leur passage.	Lorsque le nerf se rend directement aux muscles lisses, il en est de même ; si le nerf traverse des ganglions, il y a une excitation de ces ganglions qui provoque des mouvements.
14. L'excitation des nerfs sensitifs par les courants interrompus détermine, par action réflexe, une contraction des muscles striés.	Cette excitation met les muscles lisses en état de repos.
15. Les muscles striés se régénèrent difficilement.	Les muscles lisses se régénèrent très rapidement.

RECHERCHES CLINIQUES

AFFECTIONS DU TUBE DIGESTIF

Les expériences physiologiques que nous avons rapportées longuement indiquent bien les cas où les courants électriques peuvent être utilisés dans les affections du tube digestif.

Les observations de guérison de gastralgies par l'électricité sont assez rares, car ce moyen thérapeutique n'est guère employé dans ces affections. Cependant il donne de bons résultats, surtout dans les cas de dilatation de l'estomac dépendant de l'atonie des parois. Ainsi on fera bien d'employer la faradisation lorsqu'il existe des phénomènes qui permettent d'admettre une certaine faiblesse musculaire des parois de l'estomac, et dans les cas de gastralgie où la douleur provient probablement de la stagnation du bol alimentaire, par suite du manque de mouvements musculaires. Dans ces cas, il est évident que l'action thérapeutique doit être plutôt excitante, et c'est pour cela que nous conseillons d'employer la faradisation sur la région épigastrique. Chez un malade, pendant les premières séances, il n'y eut qu'une amélioration peu marquée, mais au bout de huit jours, la sensation de pesanteur disparut immédiatement après l'électrisation et les digestions devinrent plus faciles.

Dans un autre cas, se rapportant à une jeune femme nerveuse, présentant quelques phénomènes d'hystérie, les

douleurs stomacales avaient au contraire pour cause une excitation des nerfs.

Il était permis de supposer que les parois musculaires de l'estomac, sous cette influence, éprouvaient une sorte de contracture permanente, ce qui nécessairement empêchait les mouvements normaux.

De plus, dans toute contracture, la circulation étant gênée par suite de la compression des vaisseaux, la sécrétion des glandes devient moins abondante. Il semble donc qu'il y a dans ces conditions deux causes produisant les douleurs stomacales, l'une due à l'absence ou à la faiblesse des mouvements vermiculaires, et l'autre produite par le manque de suc gastrique.

Dans les expériences physiologiques que nous avons faites sur l'estomac et sur l'intestin, nous avons été frappés de la persistance de la contracture dans ces organes, et il nous paraît certain que, dans plusieurs affections de ces organes, la contracture joue un rôle important.

Nous avons vu que l'électrisation du pneumogastrique amenait le relâchement des parois stomacales, une sorte de détente, en même temps qu'il se faisait une sécrétion bien plus abondante de suc gastrique, ce qui a également été observé par Mantegazza.

C'est cette action que nous avons essayé d'obtenir dans ce cas de gastralgie ; d'ailleurs, au bout de dix à douze séances nous avons obtenu un soulagement très notable. Nous appliquons le pôle positif au cou sur le pneumogastrique, et le pôle négatif sur la région épigastrique : courant de 20 éléments, séance de huit à douze minutes. Hiffelsheim cite également une observation de névrose stomacale chez une dame de vingt-sept ans qui fut guérie très rapidement par l'emploi des courants continus.

Quelques auteurs recommandent d'introduire une électrode sous forme de sonde œsophagienne dans l'estomac, et d'appliquer l'autre électrode soit sur le dos, soit sur le ventre. Ce procédé donne évidemment des contractions plus énergiques, et Bocci a raison d'insister sur ce point, mais il est un peu douloureux, et ne présente pas de grands avantages sur l'électrisation indirecte à travers les parois. On peut d'ailleurs très bien constater la contraction de l'estomac et de l'intestin, lorsqu'on agit à travers les parois abdominales : aussi nous conseillons de commencer toujours par agir extérieurement.

Dans les affections de l'intestin, les courants électriques n'ont été employés que dans les cas de constipation opiniâtre. Althaus et Duchenne en citent quelques exemples. A. Becquerel, au contraire, dit n'avoir eu aucun résultat dans quinze cas, où il avait essayé de déterminer des mouvements péristaltiques des intestins. Ses moyens d'application nous paraissent défectueux, car il plaçait un des pôles d'un appareil à induction dans la bouche et l'autre dans le rectum, ce qui ne permettait évidemment que l'emploi d'un courant très faible. Il est préférable d'appliquer les pôles sur les parois abdominales, ou du moins l'un sur les parois abdominales et l'autre dans le rectum.

Duchenne attribue la constipation, dans les cas de paraplégie, à la paralysie des muscles abdominaux, et il pense pouvoir la vaincre par l'électrisation des muscles de l'abdomen. A. Becquerel fait remarquer avec raison, au sujet de cette opinion, qu'une paralysie des muscles abdominaux suppose toujours un degré assez avancé de la paraplégie, et qu'il est douteux que quelques séances puissent en amener la guérison.

Ce qu'il y a de certain, c'est que les courants d'induction

appliqués sur l'abdomen agissent en même temps sur les intestins et déterminent des contractions. Ces contractions, comme nous l'avons vu dans la partie physiologique, sont localisées et ne se propagent pas d'une façon péristaltique, mais elles font néanmoins progresser les excréments renfermés dans la portion contractée.

Ceux-ci, arrivant dans d'autres portions intestinales, y provoquent alors par leur contact les contractions vermiculaires, car, comme nous l'avons déjà dit, le mouvement et l'impression sur la surface interne de l'intestin des matières qui y sont renfermées sont les meilleurs excitants des contractions normales.

Si la constipation est liée à la paralysie du rectum, Duchenne agit directement sur cet intestin avec l'excitateur rectal. Il emploie également la faradisation du sphincter de l'anus, pratiquée avec un courant à intermittences rapides, dans les cas de chute du rectum, à la suite d'une longue constipation et de la dysenterie, ou chez les enfants cachectiques. Avant d'employer les moyens chirurgicaux et des opérations sanglantes dans la chute du rectum, il est certain qu'il est toujours préférable d'essayer d'abord l'emploi des courants électriques.

Notre expérience personnelle nous a démontré que dans les *constipations opiniâtres* l'électrisation de l'intestin est presque toujours une excellente médication. Il ne se passe presque pas de mois qu'on ne publie dans des journaux de médecine des cas de guérison par l'électricité, soit que la constipation soit la maladie principale, soit qu'elle soit accessoire (Bardet, Boudet, Bucquoy, Gernicki, Macario, Magnin, etc.). Le procédé recommandé par Duchenne est celui qu'on emploie le plus souvent. En 1825 déjà, Leroy d'Étiolles employait cette méthode dans des cas de hernies étranglées

et d'iléus. Briquet cite chez une hystérique un cas de constipation invincible datant de trois semaines qui fut guéri par l'électricité. Nous pourrions relater plusieurs cas qui nous sont personnels, et l'on pourrait facilement augmenter cette liste.

Toutes les formes d'électricité et tous les procédés ont donné des succès, et cela se comprend, car il suffit de secouer l'atonie intestinale, de réveiller les contractions, pour qu'aussitôt on puisse obtenir le résultat que l'on cherche. Cependant il peut être préférable de suivre certaines règles.

Lorsqu'on se trouve en présence d'une constipation chronique et non d'une obstruction intestinale, on doit commencer par électriser extérieurement, et cela avec les deux espèces de courants. Nous commençons par une application de quatre à cinq minutes de courants continus du dos à l'abdomen, puis deux minutes environ d'électrisation à travers l'abdomen, avec des courants induits à interruptions rares, et nous terminons par une seconde application de trois à quatre minutes avec des courants continus. Le courant doit être aussi intense que les malades peuvent le supporter, et il faut de temps en temps faire des interruptions avec les courants continus.

Lorsque le cas est très rebelle, il faut recourir à l'électrisation interne, c'est-à-dire introduire un des rhéophores dans l'anus. Le rhéophore qu'on emploie pour l'électrisation de la matrice (fig. 246) est préférable à celui qui se trouve dans toutes les boîtes électriques, il pénètre mieux et plus loin et par conséquent agit plus énergiquement. Il risque en même temps moins de blesser l'intestin, et si, comme nous l'avons fait construire par Collin, on maintient le tube isolant par un petit ressort R, on empêche tout autre contact que celui de l'olive terminale.

Dans les cas d'*obstruction intestinale*, il faut toujours électriser intérieurement, c'est-à-dire mettre un des rhéophores dans le rectum. Celui-ci sert d'ailleurs pour les deux espèces de courants. Il suffit de faire arriver au petit anneau A, l'un ou l'autre des fils conducteurs. Il faut également employer les deux espèces de courants l'un après l'autre ou même les deux à la fois. Nous avons depuis quelques années agi dans ces cas en faisant communiquer en même temps le rhéophore anal et le rhéophore appliqué sur le ventre avec le courant continu et avec le courant intermittent; le malade supporte presque mieux cette double action.

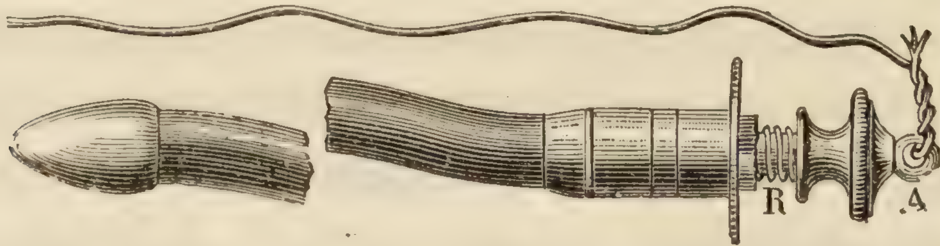


FIG. 246.

C'est, à peu de chose près, ce que Watteville conseille dans l'atonie de l'estomac.

Ce procédé, avec un rhéophore utérin ayant la forme d'une sonde et pouvant pénétrer aussi loin qu'il est possible est plus pratique que celui que recommande Boudet de Pâris sous la dénomination de lavement électrique. En effet, c'est une complication qui n'a aucune utilité, puisque la partie inférieure du rectum est toujours humectée par les mucosités et que l'eau injectée ne reste pas autour du bouton du rhéophore.

Il faut avec les courants continus employer surtout le courant descendant, mais on devra faire des interruptions de courant, et même de temps en temps des interversions de courants. Celles-ci agissent plus énergiquement même

que les courants induits ; on peut s'en rendre compte par les graphiques que nous avons reproduits plus haut. On voit et on entend très facilement les contractions intestinales ayant lieu sous l'influence de l'électrisation, et en même temps le malade ressent de vives coliques. Ce sont là d'excellents symptômes, et, sauf les cas de compression intestinale par une tumeur ou d'enroulement complet de l'anse intestinale (comme les autopsies l'ont démontré), nous avons toujours obtenu des succès, alors que ni les divers purgatifs, ni le froid, ni le massage, n'avaient donné de résultat.

Un des grands avantages de l'emploi des courants continus est leur action très rapide dans les coliques de plomb.

Certes, dans ces cas, les courants induits offrent également quelques avantages, mais ils sont beaucoup moins utiles que les courants continus. Hiffelsheim et Remak citent des cas nombreux de guérison rapide des coliques de plomb ; nous-même nous les avons employés avec succès dans cette affection. Mais il faut, en même temps, donner des purgatifs pour agir sur la constipation, et comme le fait remarquer Hiffelsheim, c'est là un de ces cas où un médicament impuissant avant l'électricité, ou n'agissant que lentement, devient efficace, après que celle-ci a imprimé une modification plus ou moins profonde au système nerveux local ou général.

Dans les coliques de plomb, il faut placer les électrodes des deux côtés sur la partie inférieure de la moelle. On agit ainsi et sur le système nerveux ganglionnaire et en même temps sur les nerfs qui se rendent aux muscles abdominaux, et dont la contracture contribue également à déterminer de la douleur.

AFFECTIONS DES VOIES URINAIRES

Influence de l'électricité sur les fibres musculaires de la vessie.

Paralysies de la vessie. — Les courants électriques ont depuis longtemps été employés dans les paralysies de la vessie; cependant l'emploi des courants induits ne paraît pas avoir donné un grand nombre de succès. Duchenne ne dit pas s'il a obtenu des guérisons par ce moyen, et A. Becquerel avoue que d'après ses observations, l'insuccès est très probable dans la plupart des cas.

A. Becquerel et Duchenne ont été plus heureux dans les cas où la tunique musculeuse se laisse distendre par suite de l'anesthésie de la vessie.

Duchenne admet de plus que la dysurie peut être produite par la paralysie des muscles de l'abdomen. Cette cause de dysurie est purement théorique, et nous n'en trouvons d'observation dans aucun auteur.

Les principaux procédés pour électriser la vessie par les courants induits sont tantôt l'introduction dans la vessie d'une sonde d'argent libre à son extrémité et isolée de la muqueuse de l'urèthre par une sonde en caoutchouc, en même temps que le deuxième excitateur est placé dans la partie de l'intestin qui correspond au bas-fond de la vessie.

D'autres fois on n'agit que sur la vessie. A cet effet, Duchenne emploie un excitateur vésical composé de deux conducteurs isolés dans une sonde de caoutchouc. Enfin,

lorsqu'on ne peut introduire une sonde dans la vessie, on place un excitateur dans le rectum et le deuxième excitateur humide sur la région hypogastrique.

L'emploi des courants continus est bien préférable dans tous les cas de paralysie de la muqueuse vésicale, et les expériences physiologiques le démontrent. Nous avons observé, en effet, chez des chiens et des lapins, que l'application des courants électriques, directement sur la vessie, n'amenait que très difficilement des contractions de cet organe, et, de plus, ce qui est d'une grande importance, que les courants continus appliqués sur la vessie, comme sur toutes les fibres musculaires, déterminent encore des contractions, alors que les courants induits, même très énergiques, n'en peuvent plus provoquer[1]. Mais, ce qu'il faut surtout remarquer, c'est que la paralysie de la vessie est rarement une affection purement locale, elle existe presque toujours en même temps que d'autres affections, dont, la plupart du temps, elle est la conséquence. Or, les courants induits ne peuvent agir que lentement, et leur utilité est peu considérable par cela que la lésion locale est d'une importance secondaire.

De plus, il est difficile ou douloureux dans beaucoup de cas d'introduire une sonde, et la présence de la sonde devient encore souvent une cause d'irritation; avec les courants continus, on peut presque toujours se dispenser de l'introduction de la sonde; car on obtient des résultats très avantageux, en n'électrisant uniquement que la moelle, en

1. Nous sommes très étonné qu'Erb ait pu écrire récemment que « l'on est obligé de se contenter des expériences thérapeutiques, quand on veut affirmer la possibilité d'une action électrique sur les muscles de la vessie ». Nous avons non seulement constaté cette contraction mais nous l'avons enregistrée (voir fig. 243, etc.). Elle ne survient qu'après une période assez courte, il est vrai, mais très appréciable, et avant la contraction il y a un léger relâchement, un brusque abaissement de la tension comme on le voit sur ce tracé.

plaçant un pôle sur la moelle et l'autre sur le périnée ou le pubis.

Nous avons déjà dit, dans le traitement des affections chroniques de la moelle, qu'un des premiers résultats du traitement par les courants continus, et quelquefios même le seul, est le retour des contractions de la vessie et une miction normale.

Dans des cas assez rares, où la paralysie de la vessie existe seule, nous avons obtenu très rapidement un succès complet avec les courants continus. Un vieillard de soixante-quatorze ans qui souffrait de la vessie depuis bien des années, et qui, depuis plusieurs mois, était constamment obligé de se sonder, put dès la première séance, uriner



Fig. 247.

sans sonde. — Nous lui fîmes encore huit séances; et comme le cathétérisme n'était point douloureux, nous placions un des pôles dans la vessie au moyen d'une sonde contenant un conducteur métallique très souple, et l'autre excitateur était placé sur la colonne vertébrale. — La guérison fut complète et se maintint plus d'une année. Au bout de ce temps le malade fut enlevé par une pneumonie.

Chez un autre malade, âgé de cinquante ans, nous eûmes également un succès aussi rapide et aussi durable. Au bout de trois à quatre séances, la miction normale put se faire, et au bout de dix séances, le jet d'urine était devenu vigoureux et normal.

Dans les cas où il est nécessaire d'introduire une sonde dans la vessie, nous nous servons de préférence de la sonde

explicatrice du professeur Guyon (fig. 247). Elle est très simple et renferme dans son intérieur un fil métallique qui permet le passage du courant.

Chez les enfants qui perdent leur urine pendant le sommeil, l'électrisation de la partie inférieure de la moelle amène une guérison radicale. Nous en avons eu plusieurs exemples bien nets. L'un surtout est remarquable, car le malade, âgé de quatorze ans, fort et vigoureux, avait déjà employé tous les moyens thérapeutiques connus; on avait essayé successivement les remèdes internes, l'hydrothérapie, la gymnastique, etc. — L'emploi des courants continus seul produisit une guérison complète. La suspension du traitement, au bout d'un certain nombre de séances, avait de nouveau fait reparaître les mêmes accidents, qui disparurent complètement et pour toujours au bout d'une trentaine de séances (trois séances par semaine).

Dans ces cas, nous n'électrisons absolument que la partie inférieure de la moelle, avec un courant descendant d'intensité moyenne. On comprend combien ce procédé est avantageux surtout chez les enfants, où il est important de ne pas faire de cathétérisme et de ne pas exciter les organes génito-urinaires.

Il nous a également, dans tous ces cas, paru préférable de mettre le pôle positif dans la vessie.

Meyer et Althaus citent plusieurs cas d'incontinence d'urine chez des enfants guéris par les courants électriques. Althaus emploie de préférence des alternatives du courant voltaïque.

Benedickt rapporte également des cas de guérison chez des personnes ayant cette infirmité depuis dix-neuf ans et même vingt-deux ans.

Il est donc incontestable que les courants continus ont une action puissante sur la vessie et constituent, dans toutes ces affections, un agent thérapeutique d'autant plus précieux, qu'ils agissent sans provoquer d'excitation et sans nécessiter d'opération douloureuse.

Influence de l'électricité sur les fibres lisses des vésicules séminales. Spermatorrhée.

Les courants continus donnent dans les cas de spermatorrhée de très bons résultats.

Antoine F..., âgé de vingt ans, ouvrier lithographe, est, depuis quatre ans, sujet à des vertiges et à des attaques qui ressemblent complètement à des attaques hystériques. Par moment, et surtout lorsqu'il se lève, il se sent perdre connaissance, il reste pendant quelque temps sans pouvoir se remuer. Parfois il a des mouvements incoordonnés, et lâche les objets qu'il tient dans sa main. — Affaiblissement général et maux d'estomac. Excès d'onanisme.

Depuis trois ans, il s'est aperçu que lorsqu'il allait à la selle, il perdait un peu de liqueur spermatique; ces pertes ont augmenté beaucoup depuis cette époque, et actuellement, elles sont très fortes au moindre effort.

Nous examinons au microscope le liquide expulsé, et nous constatons la présence des spermatozoïdes, en assez grande quantité.

Au bout de quelques séances, courant descendant sur la moelle et application pendant quelques minutes du pôle positif sur le périnée et du pôle négatif sur la région sacro-lombaire; les accès hystériformes diminuent et les pertes sont moins fréquentes.

Guérison complète au bout de six semaines.

D..., ouvrier sculpteur, trente-et-un ans, est depuis plusieurs années sujet à des pertes nocturnes. Depuis un an, ces pertes ont augmenté notablement, elles sont devenues très fréquentes la nuit, et existent également quelquefois le jour après la moindre excitation ou les grands efforts de défécation.

L'état général se ressent de ces pertes : vertiges, éblouissements, maux de tête, douleurs dans le dos et dans les reins, perte d'appétit, lassitude

générale. Quinze séances d'électrisation par les courants continus améliorent l'état général et font cesser les pertes séminales.

L'observation suivante est relative à un étudiant en médecine de troisième année, que nous avons traité et qui a lui-même rédigé la note suivante :

Sans avoir jamais eu ni blennorrhagie, ni syphilis, voilà trois ans à peu près que j'ai des pollutions nocturnes assez fréquentes. Je n'y fis d'abord aucune attention, mais bientôt elles amenèrent une fatigue générale et presque l'impossibilité de préparer mes examens. Je consultai mon chef de service qui me conseilla des bains froids. Les pertes diminuèrent à la suite de ce traitement, mais elles revinrent plus fréquentes trois mois après, et ma santé générale commença à en souffrir d'une manière notable. Je pris du bromure de potassium pendant cinq à six mois, puis successivement des préparations de valériane, de belladone, de quinquina; mes pertes continuèrent pendant toute cette époque. L'emploi des courants continus seul les a diminuées, et je viens de passer vingt jours sans avoir la moindre pollution nocturne.

Hypertrophie de la prostate. — On a employé les courants électriques dans l'hypertrophie de la prostate. M. Tripier rapporte une observation où les courants induits réduisirent le volume de cet organe. MM. Chéron et Moreau, Wolf ont également publié plusieurs observations où les courants continus firent disparaître l'hypertrophie de la prostate.

Nous avons eu à soigner plusieurs cas de ce genre, et nous nous hâtons de dire qu'il est très important de distinguer les différents genres d'hypertrophie de la prostate, car pour nous, nous ne croyons pas que l'électricité puisse faire disparaître l'hypertrophie proprement dite de la prostate, mais elle peut agir sur les tissus vasculaires et musculaires de cet organe. Ce sont surtout les phénomènes vasculaires qui sont rapidement amendés par l'emploi des courants continus. Chez un malade qui avait eu une prostatite aiguë, et

qui, à la suite de cette affection, avait toutes les nuits des érections douloureuses, des envies d'uriner qui le réveillaient presque à chaque heure, on sentait très bien à ces moments un gonflement plus marqué de la prostate. Dès la troisième séance, la plupart de ces symptômes furent notablement améliorés, sans que pour cela nous ayons eu recours aux procédés plus ou moins ennuyeux et quelquefois dangereux, qui consistent à introduire des conducteurs métalliques soit dans l'urèthre, soit dans le rectum. Nous nous contentons d'électriser la moelle et d'agir sur la prostate en plaçant un des rhéophores sur le périnée.

Les engorgements de la prostate sont presque toujours accompagnés de spasmes de la vessie et de l'urèthre, de congestions passives du côté des organes génito-urinaires, et ce sont surtout ces symptômes que les courants continus parviennent à faire disparaître très rapidement.

En résumé, les courants continus, par leur influence tonique et calmante, sont d'un secours très utile dans les affections des voies urinaires. Leur pénétration dans la profondeur des tissus leur donne de plus ce grand avantage qu'on peut les employer à l'extérieur du corps, sans être, la plupart du temps, obligé d'introduire les excitateurs dans l'intérieur des organes.

AFFECTIONS DE LA MATRICE

On a beaucoup discuté, depuis des années, sur les effets de l'électrisation de l'utérus et la question est même très controversée de savoir si oui ou non, on peut par l'électricité déterminer des contractions de cet organe. Comme il arrive

souvent en présence de faits ou d'observations contradictoires, il suffit de s'appuyer sur les principes de physiologie générale, pour rester dans la vérité. La matrice renferme des fibres musculaires, donc celles-ci doivent se contracter sous l'influence des courants électriques. Mais ces fibres musculaires sont des *fibres lisses*, et par conséquent les conditions de contractilité sont différentes de celles des fibres striées; il faut donc dans cette étude se garder en premier lieu de la tendance que l'on a instinctivement, de ne considérer comme caractères de la contractilité, que ceux présentés par la fibre striée.

D'un autre côté, les fibres musculaires de la matrice sont disposées d'une façon particulière, et ont une vitalité spéciale, et ce qui caractérise précisément la contractilité des fibres musculaires lisses, *c'est qu'elle se modifie selon les organes et surtout selon la fonction de ces organes.*

Ainsi la contractilité n'est point la même pour les organes tubulés et pour les organes creux, et nous avons déjà appelé l'attention sur la variété de forme que peut prendre le tracé des contractions des muscles de la vie organique.

Non seulement ces muscles diffèrent des muscles de la vie de relation, par des propriétés générales bien connues, mais encore celles-ci *sont différentes d'une fibre musculaire lisse à une autre fibre musculaire lisse.*

Nous avons vu, par exemple, au moyen de la méthode graphique, que, lorsque le mouvement de l'organe est très actif, la contractilité de la fibre lisse se rapproche de celle des fibres striées. Cela a lieu, par exemple, pour les tubes ou conduits (fig. 248), tandis que pour les organes en forme de poche, la contraction est toujours progressive et de longue durée. D'un autre côté, pour ces organes, dont la vessie peut servir de type, la période de contraction est plus longue que

période du retour au repos (fig. 249), ce qui est le contraire de ce qui arrive dans les mouvements plus rapides comme ceux de l'intestin. Pour les organes tubulés, il y a des alternatives de contraction et de repos, mais dans les organes creux la contraction est plus continue, et si le contenu est liquide, l'effort persiste jusqu'à l'expulsion du contenu.

Enfin, la contractilité des organes à fibre lisse est souvent provoquée par une action réflexe dont le point de départ est plus ou moins éloigné de l'organe, mais pour que cette contractilité soit mise en jeu il faut avant tout que le tube ou la poche renferme un contenu solide, liquide ou même gazeux. *Rien n'est plus difficile à provoquer que la*

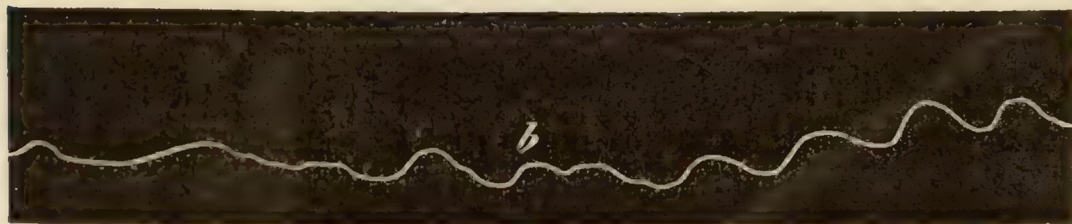


Fig. 248.

contraction d'une vessie ou d'un intestin vides. Dans nos expériences nous restions quelquefois des heures sans voir apparaître les mouvements contractiles; tandis qu'il suffit d'insuffler de l'air pour qu'aussitôt les contractions se produisent. L'intensité de l'excitant n'a d'ailleurs rien à voir dans ces variations d'excitabilité, et c'est ce qui les fait encore apparaître plus capricieuses. Toutes ces propriétés générales de la contractilité des fibres lisses doivent dominer l'étude de la contraction utérnie.

On conçoit, et c'est là un premier point à établir, que les réactions de la fibre utérine sont moins vives lorsque la matrice est vide et qu'il y a une différence essentielle sous ce

rapport, entre l'état de vacuité de la matrice et l'état de grossesse.

Il existe également une différence de réaction selon les animaux et selon l'âge des animaux. Il est évident en effet que chez les animaux où la vitalité de cet organe est faible, il n'y aura que peu de contractions; tandis qu'on les observera facilement chez des animaux jeunes et très féconds.

M. Dembo (de Saint-Pétersbourg) a fait de nombreuses expériences sur la contractilité de l'utérus. Ces expériences malheureusement ont été faites la plupart sur des lapins, c'est-à-dire chez des animaux ou l'utérus non seulement est différent anatomiquement, mais où, physiologiquement, il joue un rôle des plus actifs.

La contractilité est toujours en éveil dans ces conditions, et les différences entre l'état de vacuité et l'état gravide, sont par cela seul, différentes que chez la femme. Il résulte néanmoins de ses expériences, que la matrice se contracte plus facilement lorsqu'on agit uniquement sur le tissu même; que les contractions sont indépendantes du système cérébro-spinal, et enfin que, chez la lapine au moins, il existe dans la paroi antérieure du vagin et principalement dans la partie supérieure, des ganglions dont l'excitation, par les courants électriques, provoque des contractions énergiques de



Fig. 249.

l'utérus; tandis que l'excitation, dans ces mêmes conditions expérimentales soit du col, soit de l'utérus ou de certains points des ligaments larges, ne donne que des contractions locales.

Dans ces expériences physiologiques il faut encore tenir compte de ce fait, qu'après la mort, les organes à fibres lisses, surtout s'ils sont vides, sont aussitôt contracturés, et alors les excitants même directs ne peuvent plus rien produire. Le plus souvent cependant, et cela est vrai pour tous les organes à muscles lisses, pourvus de ganglions intra-pariétaux (pour la matrice, par conséquent), les mouvements deviennent des plus énergiques de suite après la mort de la mère, et il est probable que la mort, survenue rapidement, a été une cause d'excitation de ces muscles.

On voit donc que dans cette question il faut tenir compte d'un grand nombre d'éléments, et que les observations contradictoires ne se détruisent nullement. Seulement il faut avant tout se rappeler que la contractilité de l'utérus dépend de fibres lisses, et de plus que ces fibres lisses sont disposées dans un organe creux ayant une vitalité spéciale.

Des différences de contractilité selon l'état physiologique de l'utérus.

La considération la plus importante n'est cependant pas l'état de vacuité ou de plénitude de la matrice, *mais bien l'état de repos ou de contractilité, si légère que soit cette dernière*. Nous disions plus haut que, pour les intestins, la différence était très grande, lorsqu'on agissait sur un intestin où les contractions vermiculaires existaient normalement, ou lorsqu'on électrisait (ou excitait d'une façon quelconque) ce même intestin à l'état de repos. La différence est encore plus considérable pour la matrice. Ici, en

effet, nous avons un organe dont l'état physiologique est le repos, et dont tous les éléments sont pour ainsi dire à l'état d'hibernation. Le réveil de la contractilité de ces fibres se fait lentement, et l'on sait combien il y a souvent de difficultés à provoquer des contractions utérines, même sur un utérus développé et renfermant un embryon de huit mois.

Il faut évidemment tenir compte des tempéraments et de l'irritabilité plus ou moins marquée de la femme, et surtout de la présence d'une irritation persistante, si légère que soit celle-ci.

Mais, d'une façon générale, la contractilité utérine n'est mise en jeu que par une action réflexe, et c'est surtout lorsque cette contractilité est sollicitée depuis un certain temps, que l'électrisation a une action plus ou moins énergique.

A l'état de vacuité, les fibres utérines ne présentent que fort peu de différences de réaction selon la nature des courants électriques, mais néanmoins on peut constater les différences qui sont si marquées sur d'autres organes à fibres musculaires lisses.

On sait, et nous avons à plusieurs reprises insisté sur cette différence fondamentale, que les courants induits agissent plus énergiquement sur les fibres striées et que les courants continus au contraire ont plus d'action sur les fibres lisses. De plus, lorsque pathologiquement les fibres striées perdent leurs conditions normales de contractilité et qu'elles se rapprochent des propriétés des fibres lisses, les courants induits perdent également de leur action, tandis que le maximum d'action est en faveur des courants continus. Cela est des plus marqués dans certaines paralysies périphériques et constamment, comme nous l'avons observé, pour les muscles de tout l'organisme immédiatement après la mort, à mesure que toute manifestation vitale s'éteint.

Pour la matrice, les observations bien faites ont constaté

que les courants continus avaient également plus d'action que les courants induits. Nous l'avons nettement observé plusieurs fois, mais nous préférons emprunter à une autre personne la constatation de ce fait, et les lignes suivantes, que nous extrayons d'un mémoire excellent de M. le Dr Helot, sont très instructives à ce sujet et viennent confirmer ce que nous avons vu : « J'ai pu dernièrement, dit-il, dans un cas particulièrement favorable, étudier comparativement les diverses méthodes d'électrisation et voir l'utérus se contracter.

« Il s'agissait d'une femme multipare, atteinte d'une métrite chronique, caractérisée par une augmentation notable du volume du corps et du col de l'utérus avec une large ulcération du museau de tanche, compliquée de catarrhe utérin abondant, de ménorrhagie douloureuse et de névralgies lombo-abdominales.

« Le traitement suivi était : 25 centigrammes de poudre d'ergot de seigle, matin et soir, et galvanisation de l'utérus tous les deux jours, avec interruption du courant toutes les secondes.

« A la troisième séance de galvanisation, je remarquai que le bouchon de mucus qui siégeait d'une façon constante à l'orifice du col, était propulsé en avant à chaque fermeture du courant, en même temps que les muscles de l'abdomen, sur lesquels était appliquée une large électrode humide, se contractaient fortement. Voulant m'assurer que l'avancement du bouchon de mucus glaireux était bien dû à la contraction utérine et pas à une sorte d'expression de l'utérus par les muscles de l'abdomen fortement contractés, je changeai immédiatement l'électrode positive que je remplaçai par une large plaque d'étain recouverte de peau de chamois humide, et que je plaçai sur les lombes. Le même phénomène se produisit quoique avec moins d'intensité.

« Deux jours après, pour préciser davantage les effets, appliquant toujours l'électrode positive sur les olmbes, je remplaçai la sonde rigide qui me servait d'électrode négative, par un simple morceau de cuivre fixé à un fil conducteur très mince et flexible, que je fis disparaître complètement dans la cavité cervicale.

« Les contractions se produisirent de nouveau et, comme l'avant-veille, le mucus du col fut chassé, à chaque fermeture du courant, c'est-à-dire toutes les secondes. Dans l'intervalle, ce bouchon muqueux rentrait dans l'utérus, comme absorbé par un corps de pompe.

« Persuadé que j'avais trouvé dans ma malade un véritable *réactif*, je m'empressai de comparer les diverses méthodes d'électrisation.

« Plaçant immédiatement les fils conducteurs en rapport avec une bobine d'induction, j'observai en donnant au trembleur de l'appareil toute sa vitesse, une contraction manifeste qui commençait avec la mise en action de l'appareil et cessait dès que j'interrompais le courant.

« Je dus bientôt cesser cette faradisation à cause des vives douleurs que ressentait la malade. Supprimant alors le trembleur, je le remplaçai par l'interrupteur de M. Trouvé ; mais il me fut impossible en faisant varier les interruptions de une à vingt par seconde, de voir aucune contraction se manifester.

« Je ne pus en aucune façon obtenir de contraction avec l'appareil faradique, que lorsque le courant était assez fort et les interruptions assez fréquentes pour déterminer des douleurs trop vives pour être facilement supportées.

« Les contractions reparurent aussitôt que les conducteurs furent remis en contact avec l'appareil à courants continus.

« Après six semaines de traitement (une séance tous les deux jours) je ne retrouvai plus de bouchon muqueux indicateur de la contraction; cependant la malade affirmait que la sensation spéciale qu'elle avait appris à connaître se produisait encore, quoique avec moins d'intensité.



Fig. 250.

« Son état était, du reste, considérablement amélioré, les douleurs lombo-abdominales avaient, pour ainsi dire, disparu, en même temps que le sentiment de pesanteur du côté du ventre. Il n'y avait plus de leucorrhée ni de mucosités glaireuses; l'ulcération du col était complètement cicatrisée. Le retrait de l'utérus était de plus de 1 centimètre et demi. »

Le Dr Helot a donc nettement observé que les courants continus provoquent la contraction utérine plus facilement que les autres modes d'électrisation, et c'est bien ce que nous avons observé et dans les expériences physiologiques et dans les cas pathologiques.

C'est une considération importante et qui doit être bien connue de l'accoucheur et du médecin légiste.

Nous ferons également remarquer que dans la plupart des observations anciennes, on ne donne pas d'indications précises sur le mode d'électrisation, et qu'il est souvent impossible de savoir ce qui a été fait réelle-

ment, d'autant plus qu'on emploie indifféremment les mots de galvanisation et de faradisation, de pile de Volta et d'appareils à courants induits. Ce n'est que dans les travaux qui datent de ces dernières années, que l'on a tenu compte de cette distinction si utile et si importante.

Quoi qu'il en soit, il est certain que les courants continus déterminent plus facilement la contraction des fibres musculaires de la matrice et que d'ailleurs celles-ci ont cela de commun avec les fibres lisses des autres organes.

Comme nous l'avons déjà dit, il y a une grande différence entre l'utérus vide et l'utérus gravide. Dans ce dernier cas, en effet, les fibres musculaires sont plus vivantes, si l'on peut



Fig. 251.

employer cette expression. Néanmoins, même dans l'état de grossesse, il faut encore distinguer le cas où les muscles sont en repos, et ceux où, pour une cause quelconque, il y a déjà un commencement de contraction. Nous avons vu qu'il en était de même pour les fibres lisses d'autres organes et pour les intestins; par exemple, il y a une différence fondamentale, selon l'excitant électrique employé, alors que les mouvements vermiculaires existent ou que l'intestin est inerte.

Dans tous les cas, nous avons pu enregistrer les contractions de la matrice chez une chienne au moment de la parturition (fig. 250). Ayant eu la chance de nous trouver présent au moment même où cette chienne venait de mettre bas,

nous pûmes, en introduisant aussitôt une ampoule de caoutchouc dans la matrice, communiquant avec un appareil enregistreur, obtenir le tracé d'une contraction utérine.

Le tracé représenté dans la figure 250, présente une certaine analogie avec la contraction de la vessie ou celle du rectum (fig. 251); il y a un effort continu qui persiste pendant un temps plus ou moins long. On voit qu'il se produit une élévation peu rapide du niveau et que cette élévation se maintient pendant quelque temps.

La figure 243, qui représente la contraction de la vessie chez un chien, montre un effort plus rapide, mais se faisant selon les mêmes lois; la période de contraction (élévation de la ligne) est plus longue que la période du retour au repos, ce qui est le contraire de ce qui arrive pour les mouvements plus rapides, tels que ceux de l'intestin grêle (voir page 878 et suivantes).

Dans une discussion, sur l'électrisation de la matrice, qui a eu lieu à la Société de médecine de Paris, M. Polaillon a déclaré qu'il n'avait pu réussir à enregistrer la contraction utérine, et que, quoiqu'il expérimentât chez des lapines en parturition, il n'avait pu obtenir aucun tracé. Cela tient sans doute à ce qu'il a opéré chez des animaux dont la petitesse rend l'expérience difficile. D'un autre côté, il est évident qu'il est peu pratique d'attendre qu'une chienne entre spontanément en parturition, et ce n'est qu'à un heureux hasard que nous devons l'occasion rare, d'avoir pu obtenir un tracé dans ces conditions.

De plus, nous avons profité de ces contractions d'accouchement *spontané* chez une chienne, pour voir si la direction des courants continus avait une influence, et nous avons pu, en effet, observer une différence d'action selon le sens du courant.

Le courant descendant amène momentanément une dilatation et un relâchement du col avec arrêt des contractions utérines, tandis qu'en mettant le pôle positif dans le vagin et le pôle négatif dans la gueule, on détermine une contraction de la matrice.

Ce qui est remarquable dans cette différence d'action des courants selon leur direction, c'est qu'elle existe d'une façon identique pour tous les organes renfermant, avec des fibres musculaires lisses, un réseau de ganglions nerveux. Nous avons enregistré cette différence d'action des courants continus selon leur direction, pour les intestins, et cela est également très manifeste au microscope et même à l'œil nu sur l'oreille du lapin, pour les phénomènes vasculaires.

La matrice, lorsque ses fibres musculaires ont pris, non seulement leur développement, mais encore leur activité fonctionnelle, réagit donc de la même façon que les autres organes à fibres lisses.

L'état physiologique de l'utérus, dans tous les cas, a une influence considérable sur l'excitabilité de ses contractions, et l'on peut presque dire que, selon les conditions, on se trouve en présence de deux organes différents. Cela se conçoit *a priori*, car, à l'état ordinaire, la matrice n'existe pour ainsi dire pas, fonctionnellement parlant, et dans tous les cas ses éléments musculaires n'ont aucun rôle; ils sont comme à l'état d'hibernation, et l'état d'inertie est, dans ces conditions, l'état normal de la fibre utérine.

Avec la fécondation, la fibre musculaire se développe peu à peu, mais elle reste en repos, et ce n'est qu'exceptionnellement si une irritation trop prolongée intervient, que la fonction contractile est réveillée et apparaît plus ou moins énergiquement.

Ce sont ces différences essentielles qui expliquent les con-

tradictions des auteurs, mais qui de plus doivent servir de guide dans les applications thérapeutiques. Nous allons passer celles-ci rapidement en revue, n'insistant que sur les points qui doivent servir pour ainsi dire de principes à l'emploi de l'électricité en pratique obstétricale et gynécologique.

Accouchements.

Dès le commencement du siècle (1808), Bertholon et G. Herder, ont employé l'électricité pour déterminer et augmenter les contractions de la matrice.

En 1852, Radfort a publié dans *The Lancet* un travail, où il compare l'action de l'électricité et du seigle ergoté. Il arrive à cette conclusion que l'électricité est plus active que le seigle ergoté, qu'elle provoque des contractions instantanément tandis que le seigle ergoté n'agit qu'après un temps plus ou moins long, qu'on peut mieux limiter l'actionde l'électricité, etc.

En France, M. de Saint-Germain, dans l'article ÉLECTRICITÉ du *Dictionnaire de médecine*, donne des conclusions tirées de sa pratique personnelle, et qui sont toutes très favorables ; ainsi il dit, qu'après l'électrisation il a toujours vu une activité nouvelle se manifester dans les contractions utérines et les douleurs se rapprocher rapidement, que la dilatation du col a constamment paru marcher plus rapidement, que la mère a toujours parfaitement supporté des séances de vingt minutes avec une demi-heure de repos, et que dans aucun cas l'enfant n'a paru souffrir de l'action de l'électricité.

MM. A. Tripier, Apostoli et Mathelin ont surtout montré les avantages que l'on peut retirer de l'électrisation, une fois l'accouchement fait, pour hâter le retour de la matrice à l'état normal.

Le Dr Thorens, à propos d'une discussion qui a eu lieu à la Société de médecine de Paris, a cité deux cas de délivrance difficile, où il a eu d'excellents résultats par l'emploi de la faradisation utérine. Voici le résumé tel que le donne Thorens, du cas qui nous paraît le plus intéressant :

« Je fus appelé auprès d'une femme qui venait d'accoucher normalement ; il n'avait pas été administré de seigle ergoté, mais la sage-femme n'avait pu opérer la délivrance. Il y avait une hémorrhagie assez abondante. Le cordon était presque entièrement déchiré. J'eus recours avant toute nouvelle manœuvre à la faradisation utérine. Je me servis d'un appareil-trousse de Gaiffe, une tige dans le col, un tampon sur la paroi abdominale. Les contractions utérines se réveillèrent immédiatement et l'hémorrhagie s'arrêta pour ne plus reparaître ; le lendemain matin, quinze heures après l'accouchement et après la troisième séance de faradisation, la délivrance se faisait facilement. »

La plupart des accoucheurs ne se servent pas de l'électrisation, et cela tient, croyons-nous, à deux causes dont la principale est la tendance très justifiée de tous les accoucheurs, de ne pas trop entraver le travail naturel, et de n'intervenir qu'au moment d'une nécessité absolue. L'autre cause est que la plupart des procédés qui ont été conseillés sont en réalité peu pratiques et souvent même dangereux.

C'est ainsi que, dans la septième édition du *Traité d'accouchements* de Cazeaux, revue et annotée par Tarnier (p. 609), dans l'article consacré à la lenteur ou à la faiblesse des contractions, on parle bien de l'emploi de l'électricité, et on cite le Dr Frank de Wolfenbutten qui dans quatre cas de faiblesse ou d'absence de contractions, a employé l'électrisation avec avantage. Mais il faut avouer que l'observation des auteurs, « que la difficulté d'avoir à sa disposition

un appareil convenable ne permettra que rarement d'employer l'électro-magnétisme », est des plus justes, quand on songe que l'appareil dont cet accoucheur s'est servi consistait « en une plaque métallique concave, appliquée sur la région lombaire et mise en communication avec le conducteur positif d'un appareil électro-magnétique à rotation, tandis que le pôle négatif était formé par un cylindre creux rempli d'eau salée et introduit dans le vagin presque à l'orifice de la matrice ! »

Ces objections de commodité d'appareil et d'application des rhéophores n'ont plus de raison d'être, car il est certain qu'aujourd'hui on possède des appareils bien conditionnés et que peu de médecins, même de ceux n'étant pas au courant de ces applications, introduiront dans « le vagin un cylindre creux rempli d'eau salée ».

Quoique, en général, les rhéophores n'aient pas une importance considérable, il faut néanmoins ne pas employer indifféremment tous ceux qui ont été proposés.

Duchenne (de Boulogne) avait fait construire un rhéophore utérin, qui se compose de deux tiges métalliques flexibles introduites dans une sonde à double courant qui les isole l'un de l'autre (fig. 252). Ces deux tiges sont terminées à leur extrémité antérieure par deux plaques, qui viennent se placer sur les côtés de l'utérus. L'autre extrémité, au moyen de vis, est mise en communication avec les pôles de l'appareil électrique.

Ce rhéophore utérin présente plusieurs inconvénients ; il est un peu volumineux, assez difficile à appliquer et surtout il est fondé, croyons-nous, sur un mauvais principe, celui d'avoir les deux pôles appliqués directement sur la matrice. Nous croyons même qu'il vaut mieux quelquefois ne pas appliquer du tout un des pôles sur la matrice, et dans tous

les cas, il n'est jamais nécessaire d'introduire sur le col ou dans la matrice les deux pôles.

C'est pour les mêmes raisons que nous ne saurions conseiller que dans des cas très rares l'excitateur double d'Apostoli qui se rapproche de l'excitateur de Duchenne. Un des pôles doit toujours être en communication avec un

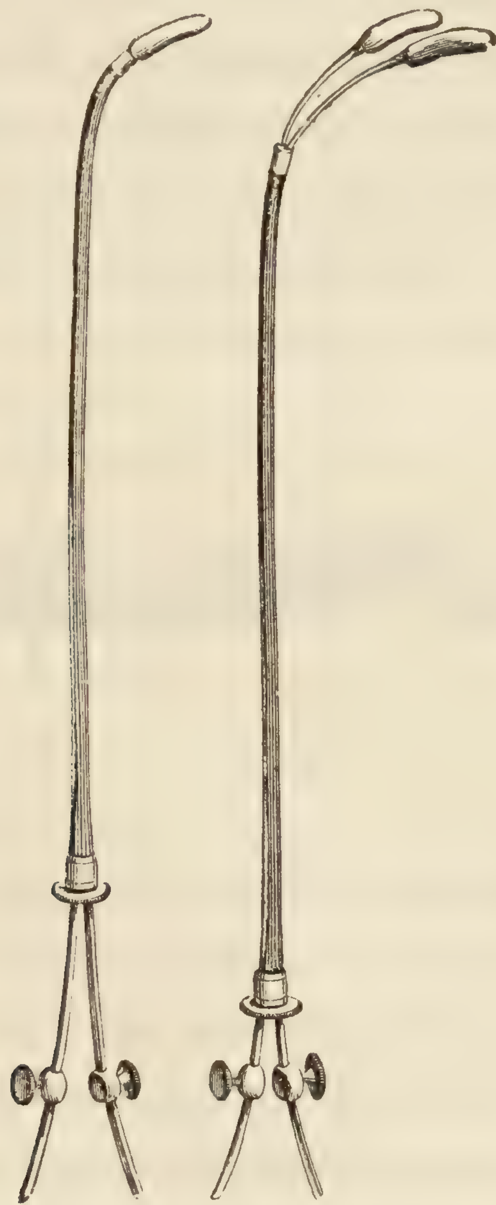


Fig. 252.

rhéophore extérieur, composé d'un tampon en charbon, surtout pour les courants continus, et l'autre pôle pourra être mis en communication avec un rhéophore spécial qui peut être analogue au rhéophore rectal. Celui que nous avons fait construire par Collin se compose d'une tige métallique plus ou moins longue, légèrement recourbée et

terminée en olive (fig. 253). Un tube en caoutchouc recouvre la tige métallique jusqu'à l'olive de manière à isoler cette partie du rhéophore. Pour empêcher les mucosités, l'huile, etc., de s'accumuler entre la tige métallique et son enveloppe, ce qui arrive constamment, nous avons fait mettre à l'extrémité externe un ressort (R) qui maintient une pression constante. Enfin cette extrémité est terminée par un anneau qui permet d'y attacher les fils conducteurs des divers appareils, ce qui est préférable et plus pratique que d'avoir une vis ou un trou qui ne peuvent convenir qu'aux appareils du même fabricant et même souvent qu'à un seul des appareils du même fabricant.

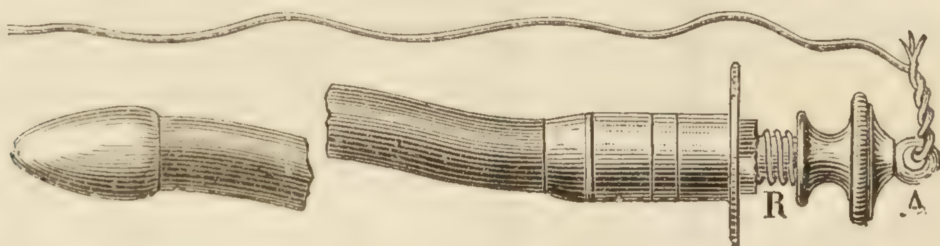


Fig. 253.

Quant aux appareils proprement dits, pour les courants induits, on peut se servir de tous ceux des différents fabricants, mais à la condition de ne pas faire une application trop prolongée. Comme pour faire contracter l'intestin, si l'on ne possède pas un appareil qui donne automatiquement une à deux secousses toutes les secondes, il faut toutes les demi-minutes cesser pendant quelques secondes l'électrisation.

Pour les courants continus, ce sont toujours les piles à action chimique peu intense qu'il est préférable d'employer et avec un certain nombre d'éléments. Il faut de 30 à 50 éléments pour obtenir une action un peu prompte et efficace.

Comme les courants continus agissent surtout par leur

influence sur le système nerveux ganglionnaire, les rhéophores avec ces courants ne doivent jamais être mis tous les deux à l'intérieur, même quand l'utérus est vide. Nous sommes en ceci d'un avis contraire à celui de Rosenthal qui conseille dans ce cas de placer les deux rhéophores directement sur l'organe, l'un, le plus long, dans l'intérieur de l'utérus, et l'autre sur l'orifice du col. Ce procédé ou un procédé analogue est employé également par d'autres médecins ; mais, comme nous l'avons déjà dit plus haut et comme nous le répéterons plus loin, nous croyons qu'il faut le moins possible mettre les deux électrodes directement sur la matrice et le plus souvent même n'en pas mettre du tout.

Les divergences des auteurs peuvent s'expliquer par cette considération qu'on cherche selon les cas à obtenir une action générale ou une action locale. Or pour l'action locale, il est incontestable qu'on arrivera aux résultats désirés en mettant les rhéophores sur l'organe même, tandis qu'en agissant du côté des centres on produit une action plus étendue et souvent plus énergique. Pour hâter le travail, Radfort met un des pôles à l'intérieur sur le col et l'autre à l'extérieur au niveau de la base de la matrice. Barnes soutient que le meilleur procédé est de mettre un des pôles près de la colonne vertébrale et l'autre sur le ventre. Mackenzie a observé que l'action la plus prompte avait lieu en agissant sur la région supérieure de la moelle avec les deux pôles.

Il est, dans tous les cas, un fait évident et que démontrent toutes les expériences physiologiques, c'est que l'application des courants électriques, et spécialement des courants continus détermine toujours des effets plus manifestes sur les centres nerveux que lorsqu'on les applique directement sur les organes. C'est ainsi que les mouvements des

intestins sont faiblement augmentés par l'électrisation locale, tandis qu'ils le sont à un haut degré par l'électrisation des ganglions ou par l'électrisation de la moelle; il en est de même pour les phénomènes de la circulation. Notre expérience personnelle, peu considérable, il est vrai, au point de vue des accouchements, nous a montré qu'il en était de même pour les mouvements de la matrice. Nous avons dans tous les cas très nettement observé le fait suivant.

Chez une primipare et d'un âge relativement avancé (35 ans), les membranes étaient rompues depuis vingt-six heures, et le travail n'avançait pas. Il existait surtout des douleurs violentes dans la région lombaire, de celles qu'on a désignées sous le nom de « fausses douleurs ». Celles-ci disparurent et firent place à des contractions expulsives, immédiatement après l'application sur les vertèbres lombaires d'un courant continu de 42 éléments.

Il est incontestable que c'est là un procédé qui ne peut en rien être nuisible ni à la mère ni à l'enfant, qui est des plus faciles, et qui a sur tous les autres moyens thérapeutiques de grands avantages. Aussi, pour nous résumer, nous croyons pouvoir conseiller aux accoucheurs même les plus prudents, lorsque le travail se ralentit, ou qu'il ne se continue pas normalement, d'appliquer sur la région lombaire, et par conséquent sur les centres nerveux de la matrice, pendant dix à quinze minutes, un courant continu de 30 à 40 éléments.

Accouchement prématuré.

L'électrisation augmentant les contractions utérines, il a été logique de l'employer pour les accouchements prématurés artificiels. C'est en effet ce qui a été proposé, et ici

nous retrouvons forcément les contradictions qui existent pour l'accouchement à terme. Les uns l'ont tenté sans résultat satisfaisant, et P. Dubois a essayé sans aucun succès de déterminer les contractions utérines en se servant de la machine des frères Lebreton. D'autres, au contraire, sont allés jusqu'à prétendre que chez les femmes enceintes, l'électricité appliquée sur n'importe quelle partie du corps, risquait de provoquer un avortement. Cette opinion, dans tous les cas, est de tous points erronée, et à moins de conditions exceptionnelles et qui n'ont aucun rapport direct avec l'influence des courants électriques, il n'y a aucun inconvénient à électriser des femmes enceintes, bien entendu sur d'autres organes que sur la matrice.

Burnes cite plusieurs cas de succès d'accouchements prématurés, mais à la suite d'applications ayant duré jusqu'à une heure et demie. Dans ces conditions, il faut nécessairement admettre que le rhéophore utérin a, en même temps une action locale comme corps étranger, et l'on sait que la sonde ou les différents instruments qui ont été préconisés n'ont pas d'autre but et finissent par provoquer les contractions. Seulement, le rhéophore a évidemment une action bien plus considérable et, par conséquent, plus rapide.

C'est non seulement pour les cas d'accouchement à terme mais surtout pour les accouchements prématurés qu'il faut tenir compte de la loi que nous avons formulée : que les contractions utérines ne sont réellement faciles à provoquer que lorsque les contractions physiologiques existent déjà.

M. Dembo a en vain essayé chez des lapines, pendant la période de grossesse, de déterminer un accouchement prématuré, mais on ne peut trop, dans ce cas, tenir compte d'expériences faites sur des lapines.

M. Tripier a vainement essayé la faradisation chez une

multipare et n'a pu obtenir que des contractions passagères.

M. de Saint-Germain dit qu'en aucun cas il n'a pu faire naître des contractions utérines alors qu'elles n'avaient pas encore paru spontanément; ce qui, ajoute-t-il, explique pourquoi la plupart des auteurs ont échoué dans l'application de l'électricité à l'accouchement provoqué.

Simpson dit également n'avoir jamais réussi, dans ses essais sur des femmes, pour déterminer l'accouchement prématuré.

Dans tous ces cas, il s'agit surtout de l'action des courants induits et l'usage très répandu, paraît-il, des avortements en Amérique, a apporté, dans cette question, des faits importants. En effet, le procédé le plus répandu est l'électrisation de l'utérus par des courants d'une pile très énergique.

Un procès récent nous apprend qu'une femme, qui était morte de péritonite puerpérale, avait déclaré qu'elle était allée trouver un sieur Fenno, qui moyennant huit dollars, lui avait, à deux reprises, pratiqué une opération qui consistait dans l'application d'une éponge sur l'épigastre et d'une tige métallique dans le vagin. A l'autopsie, on trouva des plaies sur la muqueuse vaginale; le col de l'utérus était béant, et dans son orifice entr'ouvert on faisait facilement pénétrer l'extrémité du petit doigt. D'autres plaies existaient sur les parois antérieures et postérieures du canal utérin et la cavité de cet organe était augmentée de volume. Les trompes contenaient du pus et le péritoine était couvert de produits inflammatoires.

Une perquisition au domicile de l'inculpé amena la saisie d'excitateurs dont la forme correspondait à celle des instruments désignés par la malade. De plus, le ministère public

put sans difficulté établir les circonstances qui avaient précédé ou accompagné l'avortement.

La discussion des experts porta principalement sur le rôle actif que l'électricité pouvait jouer dans la perpétration d'un tel crime. Les Drs Buch et Richardson déclarèrent qu'à leur avis, si un courant constant produisait des lésions destructives analogues à celles qu'on avait constatées dans l'autopsie, il n'était pas certain qu'un courant induit possédât les mêmes propriétés [1].

Un autre expert, le Dr Webber, affirma que l'électrode négatif d'un courant galvanique donnait de pareils effets électrolytique. Mais, disait-il, un courant volta-faradique a pu produire ces lésions sans cependant que le fait soit absolument démontré. En tout cas, en dehors de toute action de ce genre, il lui paraissait vraisemblable qu'un courant électrique pût provoquer l'accouchement. L'inculpé avoua que depuis vingt-cinq ans qu'il exerçait la profession d'électropathe, il avait l'habitude d'administrer l'électricité sous forme de bains contre la dysménorrhée ou les suppressions de règles a *frigore*, sans avoir jamais provoqué l'avortement.

Cette observation est intéressante en ce qu'elle montre l'action énergique des courants continus et en même temps les dangers que peuvent déterminer ces manœuvres criminelles.

Il est probable, à cause du grand nombre de plaies que l'autopsie a démontrées, que le rhéophore métallique sera resté longtemps à la même place et aura produit des cautérisations électrolytiques très étendues. Nous serons même plus affirmatif que les Drs Busch et Richardson, car nous

1. Ils auraient pu même affirmer, que jamais un courant induit, d'aucune espèce, ne peut produire des eschares électrolytiques.

croyons que seuls les courants continus ou constants (courants provenant directement de la pile) ont pu avoir une action destructive aussi considérable.

En résumé, nous affirmons, malgré des expériences contradictoires que les courants électriques, et surtout les courants continus peuvent être utilisés dans les accouchements provoqués.

Le mode d'emploi qui nous paraît préférable (nous n'avons aucune expérience personnelle qui nous permette d'être plus affirmatif) serait, dès que le col est plus ou moins entr'ouvert, soit par l'éponge préparée, soit par une sonde, soit par l'ampoule Tarnier, d'y introduire le pôle négatif d'une pile de 35 à 50 éléments à action chimique faible, et de placer le pôle positif sur les dernières vertèbres dorsales. Pour éviter des eschares, ne faire des séances que de cinq à six minutes avec quelques interruptions que l'on obtiendra, soit en empêchant le courant de passer dans les rhéophores qui restent appliqués à la même place, soit en enlevant le rhéophore extérieur pour le replacer aussitôt.

Recommencer ce procédé 3 à 4 fois dans les vingt-quatre heures, et en même temps appliquer uniquement sur les reins, après ce mode d'électrisation, les deux rhéophores avec un courant plus intense, ou du moins assez intense pour agir sur les centres nerveux.

Affections utérines. Déviations. Métrites.

L'application la plus logique de l'influence de l'électrisation sur la contractilité utérine est son emploi dans certains cas de tumeurs intra-utérines. Néanmoins les observations de ce

genre sont très rares [1], et l'on ne peut guère citer que celles de Tyler Smith. Un polype, qui ne pouvait être saisi d'aucune manière par l'opérateur, fut suffisamment expulsé hors de l'utérus par les contractions provoquées par l'électricité, pour permettre d'y faire une ligature et extirper ainsi la tumeur.

Dans un autre cas, on eut le même succès chez une femme de quarante-deux ans qui avait eu huit enfants et trois fausses couches, et chez laquelle, l'utérus venant à augmenter et à atteindre l'ombilic, on crut à une grossesse. Le manque de battements du cœur et l'ouverture du col de la matrice firent croire à un fœtus mort. L'emploi des courants électriques provoqua des contractions utérines, qui amenèrent l'écoulement d'une grande quantité d'hydatides.

En ce qui concerne les déviations de l'utérus, nous avouons n'avoir jamais obtenu de résultats de complète guérison.

M. Tripier a, dans diverses publications et surtout dans une notice sur les *Lésions de forme et de situation de l'utérus* et dans ses *Leçons cliniques sur les maladies des femmes*, indiqué ce mode de traitement qui, selon lui, guérit toujours l'engorgement et souvent les déviations et les flexions. La faradisation de l'utérus remplirait les conditions suivantes : 1° elle ferait cesser la déformation primitive, en rendant aux fibres musculaires de la face postérieure dans l'antéflexion, de la face antérieure dans la rétroflexion, une tonicité qui mettrait obstacle à la tension passive de cette face, et contribuerait au redressement de la face opposée; 2° elle ramènerait les conditions normales de la nutrition en agissant sur le tissu musculaire.

1. Nous devons néanmoins citer le mémoire du Dr Larcher sur les polypes utérins, quoiqu'il n'y soit guère question d'applications électriques, mais parce qu'il relate des faits concluants de contractilité spontanée de la matrice et d'expulsion de polypes.

M. Tripier se sert d'un appareil d'induction à chariot, et il place le pôle négatif sur le col de l'utérus et le pôle positif, soit sur l'hypogastre, le rectum ou la vessie, dans les versions et les flexions utérines, et dans la région inguinale dans l'abaissement. Deux principes sont à observer, sur lesquels le Dr Tripier et après lui le Dr Mathelin ont insisté avec raison :

1° Il faut électriser l'utérus progressivement; éviter toute surprise et tout choc à l'ouverture.

Cela est facile avec tous les appareils induits, en employant en premier lieu le minimum de la force de l'appareil.

2° L'utérus doit conserver sa mobilité, et il ne faut pas que le rhéophore interne dépasse l'orifice interne du col.

Nous ferons remarquer de plus qu'un courant, sensible à la main, ne l'est guère du côté de l'utérus [1], et comme règle générale et pratique, nous conseillons d'essayer chaque fois sur le dessus de la main le courant que l'on veut employer. S'il est d'intensité moyenne, il sera facilement supporté par la malade, et nous ne parlons ici que des courants induits, car ce mode d'appréciation est absolument mauvais pour les courants continus. Selon M. A. Tripier, les séances avec les courants induits doivent être de trois minutes quotidiennes, un pôle placé sur le col et l'autre dans le rectum pour les cas d'antéversion et d'antéflexion, et au contraire dans les cas de rétroversion et de rétroflexion, un des pôles doit toujours être mis dans le col et l'autre dans la vessie.

Il est incontestable que ces modes d'application sont plus ou moins pénibles pour les malades, et c'est une considération dont il faut tenir compte, car ces inconvénients

1. MM. Berger et Ribemont ont constaté, dans une série de recherches, que l'électrisation de l'utérus était insensible à la femme.

ne sont pas en rapport avec les avantages du traitement. Nous ne doutons pas que M. A. Tripier n'ait obtenu dans certains cas de déviation des modifications avantageuses, mais nous avouons n'avoir jamais par ces procédés obtenu grand'chose, dans les cas de déviation simple.

Lorsque les déviations sont accompagnées d'engorgement, lorsqu'il y a par ce fait déplacement de la matrice, ou qu'une portion se trouve par cela même volumineuse, la guérison de l'engorgement que peut amener l'électrisation détermine forcément une position plus normale des organes, mais cela n'est pas le résultat d'une augmentation d'action d'une partie des fibres de la matrice, comme on l'a dit, mais bien d'une amélioration générale.

Rien n'est plus difficile à guérir que les déviations vraies; aussi, dans les commencements, des gynécologues ont essayé avec enthousiasme l'emploi de l'électricité dans ces affections. Mais comme le résultat était loin de répondre à leurs espérances, ils ont abandonné complètement, et à tort, ce mode de traitement, et c'est peut-être une des raisons qui fait que les courants électriques sont si peu employés par les accoucheurs.

Quoi qu'il en soit, nous pouvons affirmer que l'électricité a une action incontestable sur la contractilité de l'utérus, surtout dans la plupart des cas pathologiques.

Pour insister davantage sur ce point important et mieux rendre notre pensée, nous l'énoncerons sous une forme paradoxale, en disant, et ici nous parlons aussi bien des courants continus que des courants induits, *les courants électriques ont une action favorable en empêchant et en arrêtant la contraction des fibres musculaires utérines.* Il suffira de quelques mots d'explication pour montrer la justesse de cette proposition malgré son apparence

paradoxale. Lorsque la matrice est à l'état de vacuité, son état normal consiste à être inerte : l'innervation et surtout la contractilité sont engourdies. Aussi longtemps que la fonction n'est point réveillée, la nutrition passive est la seule qui doive avoir lieu, et cela même dans des limites très restreintes. Celle-ci se réduit, dans tous les cas, à une circulation peu active et qui, pour être normale, ne demande qu'une seule condition, c'est d'être faible, mais régulière. Dès qu'il y a des troubles de la circulation ou de l'innervation, il survient par irritation réflexe une stimulation des fibres musculaires. La fibre musculaire, qui devait normalement rester endormie et inerte, se réveille peu à peu et détermine des phénomènes douloureux. Si dans ces conditions, en électrisant convenablement la matrice, on parvient à décongestionner l'organe, on rétablit dans leur état normal les circulations sanguine et lymphatique, et on fait cesser indirectement la contractilité des fibres musculaires. Le tissu musculaire, qui commençait à fonctionner et à sortir peu à peu et irrégulièrement de son engourdissement physiologique, reprend son repos absolu qui, nous le répétons, est son état normal; la guérison a lieu par conséquent, avec l'absence de contraction.

Nous ne parlons évidemment que de la matrice et de son tissu musculaire, car la question est différente et plus compliquée, si l'on veut tenir compte de tout l'ensemble des organes utéro-ovariques. Les ovaires et la muqueuse utérine sont au contraire des organes où l'activité circulatoire est peut-être la plus considérable et où les complications sont d'autant plus nombreuses que ces organes ont des fonctions intermittentes, et qu'après une période plus ou moins longue de congestion physiologique, ils doivent revenir à un minimum d'activité. Mais le tissu

même de la matrice, c'est-à-dire les parois musculaires, aussi longtemps qu'il n'y a pas fécondation, doivent rester, même pendant la période menstruelle, passives et comme inertes. Les fibres musculaires lisses d'ailleurs ont cela de remarquable qu'elles peuvent rester bien plus longtemps que les fibres striées dans un repos absolu, sans s'atrophier. Ainsi les vésicules séminales des paraplégiques de longue date, ont encore des fibres lisses, et c'est à peine si dans le cas d'anus contre nature on trouve dans l'anse inférieure de l'atrophie commençante des fibres lisses du tube intestinal. Donc la fibre musculaire lisse de la matrice peut rester pendant des années dans un état de repos complet, sans perdre pour cela aucune de ses propriétés vitales.

Ce que nous cherchons à démontrer par ces faits, c'est que dans l'électrothérapie utérine, ce n'est pas la contraction de la fibre musculaire qu'il faut rechercher, contraction qui produirait un effort compressif et général, dont le résultat serait pour l'organe hypertrophié, engorgé, qu'il deviendrait par lui-même un agent de compression intime, et comme on l'a dit, « une éponge exprimée par le courant faradique ».

C'est sur la nutrition intime de ces tissus qu'agissent les courants électriques.

Les travaux récents de MM. Gallard, Martineau, Sinéty, etc., ont bien démontré que dans la métrite il y a surtout des troubles de nutrition, et comme cet organe est surtout riche en vaisseaux lymphatiques (Alph. Guérin, Lucas-Championnière, Mierjezinski), on conçoit que tous les agents qui pourront favoriser la circulation lymphatique et la circulation sanguine, devront modifier plus ou moins les métrites chroniques.

Seulement toutes les métrites sont loin d'avoir la même

cause, et le traitement électrique devra être réservé à celles qui sont caractérisées par des troubles de nutrition.

Tumeurs fibreuses de la matrice.

Les courants continus ont été fréquemment employés, dans ces dernières années, au traitement des tumeurs fibreuses; la confusion qui existe souvent entre les différentes formes d'élecrticité médicale a donné lieu à quelques erreurs et à des contestations de priorité peu importantes d'ailleurs.

S'il est vrai, en effet, que Cutler (Congrès de Chicago, 1871) a le premier signalé les avantages que l'on peut retirer de l'électrisation de l'utérus, il faut ajouter que son procédé n'était autre chose qu'une opération électrolytique, et qu'en général l'application des courants continus se fait aujourd'hui d'après d'autres principes. Il suffit de rappeler comment procédait Cutler, et après lui les Drs Kimbal, Thomas (de New-York), Semeleder (*Presse médicale* de Vienne, 1876), Omboni (*Gazette médicale ital.*, 1877). Tous pénétraient dans la tumeur avec des aiguilles, à une profondeur de 3 à 4 pouces, et faisaient passer pendant quelques minutes un courant de plusieurs éléments.

Nous citerons encore le mémoire d'un médecin américain, le Dr Everret, qui a été analysé par le Dr Gross dans la *Gazette obstétricale*, et qui indique un procédé assez étrange. Tandis qu'un des rhéophores était placé à l'extérieur, il se servait comme d'un second électrode de sa main qui allait saisir le fond de la matrice en la pressant en arrière et en bas.

Quoi qu'il en soit, il est certain que la plupart de ces auteurs n'ont employé les courants continus, dans les tumeurs fibreuses de l'utérus, que chirurgicalement, dans un

but de cautérisation intime des tissus, absolument comme cela a été employé dans d'autres tumeurs, dans des cas de polypes par exemple, et que ceux qui sont venus plus tard étaient guidés par d'autres principes. Le Dr Aimé Martin, dans le Mémoire très complet qu'il a publié dans les *Annales de gynécologie : Sur les fibro-myômes utérins et leur traitement par l'action électro-atrophique des courants continus*, explique très bien cette différence de point de vue. « Après avoir épuisé, dit-il, contre cette affection si commune, tout l'arsenal médicamenteux que le Codex met à notre disposition, j'eus l'idée de recourir à l'électricité. Je ne songeais pas à en appeler à l'action chimique des courants continus, à l'électrolyse ; j'espérais plutôt trouver, dans l'effet électro-dynamique de ces courants, une force capable de provoquer la dénutrition des tumeurs fibreuses. J'avais été vivement frappé par les recherches de MM. Onimus et Legros, qui démontrèrent, les premiers, l'action des courants continus sur la nutrition, et par les observations rapportées par Ciniselli (de Crémone). »

A la même époque (1879), le Dr Chéron publiait dans la *Gazette des hôpitaux* quatre observations de tumeurs fibreuses traitées par les courants continus, et au Congrès médical d'Amsterdam, le Dr Leblond indiquait également, d'après son expérience personnelle, l'heureuse influence des courants continus pour les hémorrhagies dans les cas de tumeurs fibreuses de la matrice.

Depuis cette époque, le Dr Gallard s'est occupé de cette question, et une thèse (1881) d'un de ses élèves, celle du Dr Pegond, de Grenoble, a été faite sous son inspiration. Nous aurons à revenir sur ce travail, car il arrive à des conclusions qui sont loin d'être favorables à l'emploi des courants continus.

Quant à la question de priorité, elle est évidemment impossible à établir, d'autant plus qu'il arrive souvent que plusieurs personnes ont eu, à peu près en même temps, la même idée. Cela est tellement vrai, que nous pouvons affirmer que le médecin, qui le premier a appliqué *médicalement* les courants continus, dans le cas de tumeur fibreuse de la matrice, n'est aucun de ceux que nous venons de citer, mais bien le Dr Brachet, médecin à Aix-les-Bains, et, dès 1875, nous savions qu'il soignait par ce procédé une malade atteinte de cette affection. Il n'a pas, malgré nos instances, publié aussitôt l'observation dont il s'agit, mais nous nous faisons un devoir de la résumer d'après les notes qu'il nous a remises. Ce n'est pas, d'ailleurs, à cause de la question de priorité que nous tenons à la publier, mais parce qu'elle est très instructive et qu'elle nous servira de base pour l'étude de l'emploi des courants continus dans les tumeurs fibreuses de la matrice.

Le 17 mai 1874, je fus appelé à donner mes soins à Mme M... qui venait depuis longtemps à nos eaux y chercher un soulagement pour une sciatique gauche compliquée d'arthropatie douloureuse tibio-tarsienne.

Cette malade, âgée de trente-cinq ans, jouissait d'une santé relativement bonne; l'enfance avait été souffreteuse et traversée par différentes crises d'arthrites rhumatismales des membres inférieurs.

Mais à la puberté, la vitalité s'était accrue, et l'adolescence aidée par une éducation tout à fait large, par les exercices du corps, l'équitation, la gymnastique, etc., s'était bien passée; restait une sciatique des plus rebelles à tout l'arsenal de la médication habituelle. Nous reprîmes les douches et les massages, mais sans succès sérieux; la malade très névropathique, supportant difficilement la moindre excitation.

Je pensais alors aux courants continus dont j'avais suivi les effets thérapeutiques à la clinique du Dr Onimus.

Vingt séances de quinze minutes avec 20 ou 25 éléments de la pile de sulfate de cuivre suffirent pour combattre pour toujours et la sciatique et la douleur articulaire.

Un an plus tard, la malade nous revenait, mais non plus avec des douleurs; il s'agissait alors d'un développement anormal de l'abdomen à sa partie inférieure.

La malade n'accusait d'ailleurs aucune perturbation inquiétante des époques, et les signes subjectifs étaient bien minimes.

Réglée à douze ans et demi, elle n'avait jamais éprouvé la moindre perturbation du côté des fonctions mensuelles. Depuis quelques mois elle sentait son ventre grossir, surtout du côté gauche. Elle éprouvait en même temps quelques légères douleurs au niveau de l'ovaire gauche, un peu de gêne et d'oppression à la marche ; la malade fut examinée par M. le professeur Guyon et par M. le Dr Binet (de Genève) qui constatèrent tous deux l'existence d'une tumeur fibreuse, et ni l'un ni l'autre de ces deux praticiens ne furent d'avis qu'on dût intervenir chirurgicalement.

En mai 1875, voici quel était l'état de la malade : légères douleurs sus-pubiennes : au toucher vaginal, nous trouvons un col déprimé, aplati, très haut et reporté en arrière ; dans le cul-de-sac antérieur une légère bosselure limitée par une ligne dure, résistante, pas de phénomènes vésicaux ; état de constipation, dû probablement à la pression sur le rectum. Au-dessus du pubis on sent une tumeur dure, résistante, reliée par une bosselure en forme de brioche à l'ovaire gauche qui, lui aussi, est augmentée de volume. Pas de leucorrhée, mais des troubles de la menstruation qui est toujours très abondante, quoique à peu près régulière. Quelques légères douleurs s'irradiant des nerfs et des vaisseaux cruraux le long des membres inférieurs.

La malade et sa famille avaient une extrême confiance dans les courants continus que j'employais beaucoup à cette époque dans les affections périphériques et dans les arthrites, courants continus, qui d'ailleurs avaient déjà parfaitement réussi à cette malade l'année précédente, ainsi que nous l'avons dit plus haut. Sans *aucun* conseil et par *empirisme*, je proposais l'application des courants continus et nous commençâmes immédiatement ce traitement qui a été interrompu assez souvent, mais qui n'a jamais été complètement suspendu depuis huit années. J'employais au début des courants assez forts, et comme la malade était très courageuse j'appliquais 25 et même 30 éléments avec des tampons de charbon *à nu*, de façon à produire la révulsion cutanée tant recherchée autrefois en pareil cas, avec les frictions ou les pommades révulsives.

J'appliquais durant dix minutes le pôle positif sur la région lombaire et le pôle négatif sur la tête de la tumeur à gauche ; pendant 10 autres minutes j'englobais tout le corps utérin entre mes deux tampons, j'imprimais des secousses violentes à la masse ainsi comprimée, en changeant la direction des pôles. Après peu de jours l'amélioration était sensible et le diamètre du pubis à l'ombilic aussi bien que le diamètre transversal sus-ombilical avaient diminué de 2 centimètres.

Aucune perturbation ne se manifestait du côté de la fonction mensuelle : l'état général était singulièrement amélioré et la malade, qui était arrivée avec tous les signes d'un commencement de fièvre hectique, rentrait à Paris au mois de novembre très améliorée ; si bien qu'elle fit installer un appareil dans sa chambre à coucher et que de temps en temps elle reprenait le

traitement par les courants continus. De grands chagrins et un voyage assez long en Italie vinrent interrompre ce traitement pour quelque temps. Ce ne fut que l'année suivante, en 1876 par conséquent, que j'eus connaissance des faits analogues publiés par des médecins anglais, et que je vis chez le Dr Chéron les appareils dont il m'a dit se servir pour le traitement des tumeurs utérines.

Au mois de juin 1876, notre malade revient à Aix, pleine de confiance dans une médication dont l'interruption lui a été nuisible. Cependant, bien qu'ayant fait de longs et pénibles voyages, elle n'avait eu aucune perturbation fonctionnelle inquiétante, mais le développement de la tumeur ou plutôt de la masse utérine avait suivi son cours. Elle dépassait l'ombilic et la ligne médiane ombilico-pubienne, en se projetant plutôt en haut en forme de poire suivant une ligne droite allant de l'ovaire droit à la région cardiaque; époques abondantes, mais pas de métrorrhagie, ni d'œdème. Quelques troubles circulatoires et cardiaques, surtout la nuit, probablement dus à la compression des gros vaisseaux dans certaines positions durant le sommeil; léger état hectique, appétit bizarre, généralement petit. Douleurs lombaires aggravées, anéantissement, lassitude facile. Nous reprîmes notre traitement. Je plaçais un rhéophore sur le col et l'autre pôle au niveau ovarique de la tumeur sur l'abdomen. Je dus renoncer à cette méthode, qui n'était pas sûre (le col étant presque effacé et tout à fait en arrière); de plus, les douleurs et les hémorrhagies qu'elle produisait ne me permirent pas de continuer; j'appliquais alors mes deux courants sur la tumeur, intervertissant l'ordre des pôles brusquement et obtenant ainsi des secousses violentes des éléments anatomico-pathologiques de la tumeur. Je suspendais la médication durant les périodes menstruelles, craignant (à tort comme je l'ai expérimenté plus tard) que les contractions des vaisseaux et des muscles n'augmentassent les pertes. Nous suivîmes ce traitement, sauf de rares interruptions durant près de vingt-six mois, faisant par semaines quatre ou cinq séances de quinze à vingt minutes; la malade eut durant cet intervalle l'occasion de revoir MM. Guyon, Courty, Ollier et Binet; tous conseillèrent de persister dans l'usage de l'électricité.

Nous n'avions pas arrêté la marche de la tumeur, mais du moins cette marche était-elle très lente et les phénomènes graves qui accompagnent ordinairement ces évolutions morbides étaient singulièrement amendés par des courants de plus en plus forts. Malheureusement les déplacements fréquents ne permettaient pas à la malade de se servir d'appareils continus très forts, et nous avons perdu toute confiance dans ces petits appareils charmants et commodes que l'industrie livre aux médecins et aux malades. La malade ne ressentait son état de mieux-être qu'avec les secousses d'un fort appareil Onimus, et seulement quand les tampons de charbon appliqués sur la peau y produisaient une véritable vésication. Elle se sentait alors, suivant son expression, comme un cheval ayant pris son avoine.

Malheureusement une affection intercurrente, un eczéma impétigineux

de la partie inférieure du tronc et des cuisses, compliqué de phénomènes fébriles, vint entraver notre médication et conduisait la malade dans une fièvre hectique des plus manifestes. Les métrorrhagies se manifestèrent, puis se succédèrent sans répit et nous étions près de perdre courage devant les symptômes d'épuisement qui marchaient à grands pas. Nous étions à la fin de l'année 1879 ; nous pensâmes que le climat de Nice relèverait les forces épuisées, que le voisinage de la mer ramènerait peut-être l'équilibre de la circulation utérine. Malheureusement le voyage fut une angoisse constante, et, arrivée à Nice, la malade tomba dans un état de prostration et d'épuisement complet. Le Dr Thaon employa l'arsenal habituel des toniques, des reconstituants, mais il y renonça bien vite pour se borner au traitement par les courants continus, qui ralentissait la métrorrhagie, et donnait à la malade une stimulation générale qui la sortait de la torpeur, de l'anémie, et lui permettait de prendre un peu d'aliments.

Les forces se rétablirent en quelques mois et la malade, qui nous avait donné les plus vives inquiétudes, put revenir à Aix, affaiblie, mais encore en ayant beaucoup moins de pertes utérines. Nous continuâmes la médication jusqu'à l'hiver 1880-1881, qu'elle passa à Paris sous la direction du Dr Onimus.

Nous vîmes notre malade à Paris au printemps de 1881 ; un mieux notable s'était produit, mais une nouvelle affection intercurrente devait, à son retour à Aix, au mois de mai, lui faire perdre en partie ce qu'elle avait gagné.

Une série de petits abcès au périnée et aux orifices vulvaire et anal reproduisirent l'état hectique avec de grandes élévations de température, avec des constipations opiniâtres, tous les symptômes d'un défaut complet de la nutrition. Une adénopathie de tout le réseau inguino-crural nous fit même redouter la suppuration ; aussi pensâmes-nous diminuer un peu la force et le nombre des séances, de crainte que les tissus superficiels n'eussent plus assez de vitalité cicatricielle, mais la malade réclama elle-même la médication et nous avons repris nos séances, bien convaincu, après une si longue expérience, que les courants continus seuls en pareil cas produisent la tonicité générale nécessaire pour combattre les épuisements causés et par l'état fébrile et par les grandes déperditions ; que seuls ils réveillent sans *aucun préjudice* les fonctions gastrique et intestinale par leur action directe sur ces organes, qu'ils stimulent même la fonction cutanée, qu'enfin au lieu d'exagérer, ils régularisent et diminuent les fonctions menstruelles, qu'ils diminuent ces douleurs de vessie, ces besoins fréquents d'uriner, si communs dans la compression vésicale produite par la tumeur.

Cette malade est de plus atteinte d'une hernie ombilicale, qui a beaucoup augmenté dans ces derniers mois, et il est survenu, en même temps, de l'œdème des membres inférieurs.

Les règles sont régulières, mais elles sont chaque fois trop abondantes et durent presque indéfiniment, si l'on n'intervient pas avec des courants

continus. Ceux-ci, pour être efficaces, doivent être fournis par un grand nombre d'éléments (de 50 à 70), et les deux tampons sont toujours placés extérieurement sur l'abdomen, mais actuellement les charbons ne sont plus placés à nu et, pour éviter les eschares, nous les recouvrons d'un morceau de peau humectée d'eau ordinaire.

Comme le dit le Dr Brachet, dans le cours de cette observation, nous avons personnellement donné nos soins à cette malade ; c'est donc une observation qui date de plusieurs années et elle est, sous bien des rapports, très utile à étudier dans ses détails.

D'une façon générale, nous voyons que malgré le traitement par les courants continus, la maladie suit sa marche progressive. Tous les ans, en revoyant la malade, nous constatons malheureusement une augmentation de quelques-uns des symptômes, mais, par contre, tous les ans, nous sommes étonné de revoir la malade, malgré cette affection, supporter aussi bien les voyages, les courses en voiture, les pertes de sang, etc. Elle est loin d'être guérie, et cependant il est incontestable que le seul moyen thérapeutique qui lui donne du soulagement est l'emploi des courants continus. Elle en a fait l'expérience si souvent, qu'elle dit que l'électrisation est, pour ainsi dire, « son avoine » et qu'elle ne saurait s'en passer.

Voici donc un cas typique, où malgré l'emploi d'un traitement utile, la tumeur a continué à augmenter et a fini par remplir tout l'abdomen. Si l'on ne tient compte que de ce seul signe, le traitement par les courants continus a donné un résultat absolument négatif, mais, néanmoins, tandis que les autres traitements employés à plusieurs reprises ont fatigué la malade, l'électrisation par les courants continus a toujours amené une amélioration dans le rapport des hémorrhagies, pour les symptômes du côté de la vessie

et des intestins, et l'état général surtout s'en est admirablement trouvé.

Dans plusieurs cas de tumeur fibreuse, que nous avons eu l'occasion de traiter récemment, nous avons observé tout aussi nettement cette heureuse influence sur l'état général. Les besoins fréquents d'uriner s'amendent dès les premières séances, et les malades accusent un sentiment de bien-être et surtout un sentiment de légèreté du côté du ventre qui contrastent avec la sensation de pesanteur dont ils souffraient. La disparition de cette sensation de pesanteur n'a, en réalité, aucun rapport direct avec le volume de la tumeur, car celle-ci conserve, à peu de chose près, surtout après quatre ou cinq séances, les mêmes dimensions, et cependant la malade se trouve plus légère.

Nous voyons également, d'après cette observation, que les courants continus, loin d'augmenter les pertes de sang, les diminuent, et actuellement nous soignons une dame atteinte de deux petites tumeurs fibreuses de la matrice, qui avait toujours ses règles pendant quinze jours, et qui, pendant le traitement par les courants continus, les a aussitôt eues réduites de quatre jours. Chez cette même malade, il s'est d'ailleurs présenté ce fait assez caractéristique pendant la dernière période menstruelle, c'est que les règles qui s'étaient arrêtées le cinquième jour (l'électrisation ayant été continuée pendant toute cette période), ont reparu deux jours après, alors qu'on avait cessé toute électrisation.

Dans d'autres cas également, nous avons observé nettement cette diminution du sang menstruel, et cependant chez les femmes n'ayant que peu leurs règles, l'électrisation par les mêmes courants les augmentent, et presque toujours dans le cours d'un traitement pour une autre affection, l'emploi de la galvanisation des centres détermine

une avance de deux à trois jours. C'est même pour cela qu'au début de notre pratique, n'ayant aucune indication sous ce rapport, nous avons cru qu'il était dangereux d'employer l'électrisation par les courants continus chez les femmes sujettes aux pertes. Aujourd'hui, du moins pour les métrorrhagies qui accompagnent les tumeurs fibreuses, nous croyons le contraire, et il faut que les faits que nous avons observés aient été bien probants, pour nous faire revenir sur une opinion qui nous semblait si logique.

Aussi nous sommes étonné que M. Gallard soit arrivé à des conclusions différentes, et que dans les cas qu'il a soignés par cette méthode, il n'ait pas observé la diminution des hémorrhagies. Dans la thèse de M. Pégond, il est dit expressément que, chez toutes les femmes, la menstruation est en avance de quelques jours, mais que les hémorrhagies n'ont été ni arrêtées, ni diminuées.

Cette assertion, qui repose sur des faits bien observés, est trop catégorique, pour que nous cherchions à savoir quelle est la cause de cette différence et de ce résultat négatif. Disons de suite qu'en lisant les observations de M. Pégond nous sommes frappé de la crainte que M. Gallard a, constamment, d'employer un trop grand nombre d'éléments; une seule fois on a osé employer jusqu'à 15 éléments (éléments au sulfate de cuivre) et, en général, on ne dépassait pas 5 à 10 éléments !

Or, pour obtenir une action sérieuse et faire pénétrer les courants dans l'intimité des tissus, il est absolument nécessaire de se servir d'un très grand nombre d'éléments, et nous avons employé (les malades le supportant très bien) jusqu'à 72 éléments.

D'un autre côté, à l'exception d'un seul cas, M. Gallard mettait toujours un des pôles, soit sur le col, soit dans la

matrice. Cette introduction est signalée parfois comme douloureuse et amenant un peu de sang, ce qui constitue évidemment une action nuisible. En résumé, dans les applications ainsi faites, on a produit une irritation locale et, comme compensation, on n'a pas suffisamment agi sur les tissus par l'action électrique.

Dans l'observation que nous relatons plus haut, la malade signalait elle-même qu'elle ne ressentait du bien-être, par l'emploi des courants continus, qu'avec un courant intense. Dans les premiers temps même, les tampons étaient appliqués « à nu », c'est-à-dire que le métal était mis directement en contact avec la peau, ce qui augmente encore l'énergie du courant.

D'un autre côté, l'application d'un rhéophore sur le col produisit des douleurs et des hémorrhagies, et le Dr Brachet dut appliquer les deux tampons uniquement à l'extérieur. C'est ainsi que nous avons toujours procédé chez sa malade, et nous ajouterons que chez presque toutes les malades que nous avons eu à soigner pour cette affection, nous avons supprimé totalement l'emploi d'un rhéophore utérin, dès qu'il y a un peu de douleur, ou dès que cette application détermine une hémorrhagie, si faible que soit celle-ci.

Nous sommes guidé, dans cette manière de procéder, par la conviction que nous avons, que les courants continus n'agissent, dans ces cas, que par leur action *trophique*, et c'est à peine si nous cherchons à réveiller les contractions utérines. Le résultat le plus heureux que nous ayons obtenu se trouve justement chez une femme de trente ans, chez laquelle nous n'avons, si ce n'est les trois ou quatre premières séances, déterminé aucune secousse. Nous nous contentons d'appliquer le pôle positif sur la région lombaire, et le pôle négatif sur l'abdomen au-dessus

du pubis. De plus, nous n'agissons qu'au moment de l'apparition des règles, pendant tout le temps qu'elles ont lieu et encore trois à quatre jours après leur cessation.

On a voulu trouver, pour expliquer cette action des courants continus, une propriété particulière dans les phénomènes de nutrition de ces tumeurs. Le Dr A. Martin a même proposé un nouveau mot, et pour « désigner la force spéciale utilisée dans le traitement des fibro-myomes, il se sert des mots *action électro-atrophique*, car, c'est, en effet, dit-il, en produisant par l'électricité la dénutrition des tumeurs, leur atrophie, que j'ai provoqué leur disparition ».

Les discussions de mots sont oiseuses, en général, et la dénomination du Dr Martin nous serait indifférente, si elle n'entraînait une idée que nous croyons erronée, sur le mode d'action des courants continus. Ce n'est pas, en effet, en détruisant les tissus morbides, en les atrophiant directement, que ces courants amènent une amélioration ; c'est, évidemment, en activant la nutrition générale, en régularisant les circulations sanguine et lymphatique et en stimulant les actes normaux, que les hémorrhagies diminuent et que la tumeur décroît. Il est inutile de chercher une action spéciale, d'autant plus que rien ne la démontre et qu'il est plus logique d'admettre que les courants continus agissent dans ces conditions, comme sur tous les tissus, ce qui est nettement et suffisamment défini, par les mots « action trophique ».

En résumé, dans les cas de tumeurs fibreuses de l'utérus, il est plus avantageux d'employer les courants continus provenant d'un grand nombre d'éléments, mais à la condition que ceux-ci aient une faible action chimique. On peut sans inconvénient aller jusqu'à 60 éléments Daniell, ou même dépasser 70 de nos éléments (pile Daniell, modifiée).

Si l'introduction d'un rhéophore directement sur la matrice est douloureuse, ou bien provoque l'apparition du sang, même de quelques gouttes, il sera préférable de n'appliquer les deux rhéophores qu'extérieurement. Il est utile, dans ce cas, de chercher à provoquer des eschares sur la peau, et on peut toujours les éviter en recouvrant les tampons avec une peau humectée d'eau ordinaire, et en ne les laissant pas trop longtemps à la même place.

CHAPITRE VII

INFLUENCE DES COURANTS ÉLECTRIQUES SUR LA NUTRITION GÉNÉRALE

RECHERCHES PHYSIOLOGIQUES

Nous ne voulons pas revenir sur les faits que nous avons exposés à propos des courants électriques naturels, mais les expériences suivantes méritent d'être mentionnées, car pour apprécier l'activité plus ou moins grande de la nutrition, un excellent moyen est de rechercher les variations qui surviennent dans l'élimination de l'urée.

Nous avons expérimenté principalement sur les lapins, à cause de la facilité du cathétérisme de ces animaux; dans quelques cas, c'est sur nous-mêmes que les observations ont été prises, mais alors les résultats sont moins frappants, à cause des ménagements employés quant à la durée et à l'intensité de l'électrisation.

Sur les lapins nous avons fait nos recherches de plusieurs façons, en variant l'excitation électrique et le mode d'examen de l'urine. Généralement l'électrisation durait une demi-heure, l'un des rhéophores était placé sur une patte postérieure et l'autre dans la région lombaire. Pour l'analyse de l'urée, nous avons suivi le procédé de M. Lecomte, qui consiste à doser l'azote de l'urée, traitée par les hypochlorites alcalins. Dans le

résumé des observations, nous donnons la quantité d'azote obtenue (37 centimètres cubes d'azote correspondent à un décigramme d'urée).

Nous avons d'abord analysé l'urine avant et après l'électrisation, sans tenir compte de la quantité totale d'urine et du temps pendant lequel elle était sécrétée. On constatait ainsi que l'urine examinée après l'emploi des courants interrompus contenait beaucoup moins d'azote qu'avant l'électrisation; après les courants continus centrifuges nous trouvions également moins d'azote; mais nous en trouvions beaucoup plus après les courants centripètes. Voici quelques chiffres qui représentent l'azote retiré de 10 grammes d'urine :

COURANT ASCENDANT.		COURANT DESCENDANT.	
Avant.	Après.	Avant.	Après.
cc.	cc.	cc.	cc.
9	21	25	17
43	60	34	21

Remarquons que la quantité d'urée est extrêmement variable chez le lapin, suivant qu'il est à jeun ou en digestion, malade ou bien portant; c'est ce qui explique les différences notables de nos analyses.

Sans vouloir citer toutes les observations, nous mentionnerons des analyses analogues de l'urine de l'un de nous, faites avant et après l'électrisation sur la colonne vertébrale :

COURANT ASCENDANT.		COURANT DESCENDANT.	
Avant.	Après.	Avant.	Après.
cc.	cc.	cc.	cc.
50	53	50	47
40	45	76	71

sur 10 grammes d'urine pour chaque analyse.

Aux mêmes heures, l'urine ayant été examinée à deux reprises, mais sans l'intervention de l'électricité, nous trouvons des différences insignifiantes :

Urine n° 1	50 cc.
Urine n° 2	51

Les expériences instituées de cette façon sont insuffisantes, elles montrent seulement que, pour la même quantité d'urine, il y a plus d'azote avec le courant ascendant et moins avec le descendant.

Dans une autre série d'observations, nous examinons l'urine sécrétée en vingt-quatre heures, avant et après l'électrisation. Le lapin était placé dans une cage destinée à recueillir l'urine, et électrisé pendant une demi-heure.

URINE DE 24 HEURES, COURANT DESCENDANT.

Avant l'électrisation.		Après l'électrisation.	
Urine.	Azote.	Urine.	Azote.
gr.	cc.	gr.	cc.
190	494	180	414
313	682	220	462

URINE DE 24 HEURES, COURANT ASCENDANT.

Avant l'électrisation.		Après l'électrisation.	
Urine.	Azote.	Urine.	Azote.
gr.	cc.	gr.	cc.
143	252	218	462
250	325	245	343

On voit, par ces nombres, que l'on n'obtient pas de cette manière des résultats bien tranchés, et cela se comprend, car l'influence du courant s'exerce pendant le passage de celui-ci et quelque temps après ; mais, au bout d'une heure ou deux, l'animal se trouve dans les conditions ordinaires, et même il fabrique plus d'urée s'il y a eu diminution de celle-ci pendant l'électrisation, et moins s'il y a eu augmentation, de sorte qu'il s'établit une sorte d'équilibre, et que l'on ne peut juger ainsi exactement ce qui appartient aux courants.

Laissant donc de côté un grand nombre d'observations, nous arrivons au procédé le plus rationnel, qui consiste à analyser l'urine sécrétée en un temps donné, à électriser ensuite, puis à analyser de nouveau l'urine sécrétée pendant et après l'électrisation, en un temps égal au premier; quelquefois on continuait, d'heure en heure, la recherche de l'urée.

Courants interrompus. — Nous avons employé l'appareil électro-médical de Gaiffe, au bisulfate de mercure, en ayant soin que le courant fût aussi faible que possible et insensible aux doigts humides ; les rhéophores munis d'une aiguille étaient enfoncés sous la peau.

En une heure avant l'électrisation.		Après, d'heure en heure.					
		1re heure.		2e heure.		3e heure.	
Urine.	Azote.	Urine.	Azote.	Urine.	Azote.	Urine.	Azote
gr.	cc.	gr.	cc.	gr.	cc.	gr.	cc.
6,5	9,5	5,0	6,0	15,0	22,0	»	»
5,0	9,0	4,0	4,8	15,0	18,0	5,0	15,0
10,0	49,0	8,0	18,0...	L'animal urine abondamment pendant la nuit ; 10 grammes de cette urine donnent 85 centigr cubes d'azote.			

En une heure avant l'électrisation.		Après, d'heure en heure.					
		1re heure.		2e heure.		3e heure.	
Urine.	Azote.	Urine.	Azote.	Urine.	Azote.	Urine.	Azote.
gr.	cc.	gr.	cc.	gr.	cc.	gr.	cc.
5,0	25,0	1 goutte.	»	18,0	33,0	»	»
6,0	12,5	1 goutte.	»	6,0	12,0	»	»
34,0	54,4	16,0	35,0	32,0	57,6	»	»
6,0	8,4	5 gouttes.	»	13,0	16,9	3,0	6,0

On remarquera que l'influence du courant se prolonge souvent après la cessation de l'électrisation, et qu'ensuite il y a une sorte de réaction et exagération dans la formation de l'urée.

COURANTS CONTINUS CENTRIFUGES (obtenus avec un appareil Remak, 18 éléments).

En une heure avant l'électrisation.		Après, d'heure en heure.					
		1re heure.		2e heure.		3e heure.	
Urine.	Azote.	Urine.	Azote.	Urine.	Azote.	Urine.	Azote.
gr.	cc.	gr.	cc.	gr.	cc.	gr.	cc.
4,5	20,0	15,0	14,0	4,0	12,0	7,0	16,0
7,0	10,5	8,0	8,0	»	»	»	»
6,0	18,2	18,8	17,0	»	»	»	»
6,0	19,0	8,0	18,0	25,0	22,0	»	»
6,0	10,0	10,0	8,0	»	»	»	»

COURANTS CONTINUS CENTRIPÈTES.

En une heure avant l'électrisation.		Après, d'heure en heure.					
		1re heure.		2e heure.		3e heure.	
Urine.	Azote.	Urine.	Azote.	Urine.	Azote.	Urine.	Azote.
gr.	cc.	gr.	cc.	gr.	cc.	gr.	cc.
4,0	6,0	5,0	10,0	»	»	»	»
3,0	10,0	8,0	17,0	3,0	7,5	5,5	19,0
3,0	5,5	12,0	18,0	»	»	»	»
4,0	6,0	9,0	13,5	»	»	»	»
9,0	16,0	11,0	18,0	10,0	11,0	»	»
4,0	4,2	5,0	20,0	»	»	»	»
7,0	21,5	8,0	32,5	24,0	33,6	»	»
2,5	7,5	4,0	12,0	»	»	»	»
9,0	11,6	12,5	22,0	»	»	»	»
14,0	21,0	7,0	22,4	8,5	22,0	»	»

D'après ces chiffres, on reconnaît : 1° que les courants interrompus diminuent la quantité d'urine ainsi que la quantité d'azote; mais quelque temps après l'application des courants, ces quantités deviennent en général plus considérables; 2° que les courants continus centrifuges font habituellement baisser le chiffre de l'urée, et monter celui de l'urine; 3° que les

courants continus centripètes exagèrent la production de l'urée sans accroître notablement la sécrétion de l'urine qui est même quelquefois diminuée. Telles sont les conclusions générales que nous pouvons tirer de plus de 250 analyses d'urines.

En électrisant nos animaux, avons-nous simplement modifié la sécrétion rénale en influençant la circulation ? On sait, en effet, que les courants interrompus diminuent la circulation, et par conséquent les sécrétions, et nous avons démontré que le courant descendant augmentait le cours du sang, qui était au contraire ralenti par le courant ascendant. Cette interprétation pourrait être vraie en ce qui regarde la quantité d'urine, mais elle n'expliquerait pas la diminution d'urée par les courants interrompus et son augmentation par les courants continus ascendants.

Nous sommes disposés à croire que les courants interrompus affaiblissent momentanément les phénomènes de nutrition générale, et que les courants continus, en facilitant l'endosmose et la dialyse, accroissent les échanges qui se font dans les tissus ; en outre, le courant centripète, en agissant sur le système nerveux central, détermine une réaction plus forte, une sorte d'état fébrile artificiel qui nous explique ces effets.

— Pour étudier sous un autre rapport l'influence des courants continus sur la nutrition générale, nous avons électrisé tous les jours de jeunes chiens, nés au laboratoire et élevés tous par la mère.

Nous en prîmes d'abord trois au hasard, et nous les pesâmes deux jours après leur naissance (1er mars 1869).

N° 1 pesait	369	grammes.
N° 2 —	364	—
N° 3 —	382	—

Nous électrisâmes le n° 1 et le n° 2 tous les jours pendant un quart d'heure, en plongeant une des pattes de devant et une de derrière dans de l'eau tiède où se trouvaient les électrodes. Le n° 1 était électrisé avec un courant descendant, et le n° 2 avec un courant ascendant.

Le 22 mars, une nouvelle pesée nous donnait :

N° 1 (descendant) pesait	1k,456gr.
N° 2 (ascendant) —	1k,491

e 31 mars :

N° 1 (descendant) pesait	1k,880gr.
N° 2 (ascendant) —	1k,900
N° 3 (non encore électrisé)	1k,860

Nous laissâmes alors le n° 1 sans l'électriser, et, en sa place, nous électrisâmes tous les jours le n° 3. Le 15 avril, nous avions les résultats suivants :

N° 1 (n'étant plus électrisé) pesait............	2k,621gr.
N° 2 (électrisé depuis le 2 mars)............	2k,817
N° 3 (électrisé depuis le 31 mars)...........	2k,763
N° 4 (jamais électrisé).........................	2k,345

Deux autres chiens, qui n'avaient jamais été électrisés, étaient morts pendant ce temps. Nous avons présenté ces jeunes chiens à la Société de biologie, et à la simple inspection, tous les membres présents ont constaté cette différence de développement.

Ces chiffres montrent que les chiens qui ont été électrisés sont ceux qui se sont développés le plus rapidement, et ils permettraient de conclure que les courants continus agissent sur la nutrition générale d'une manière très efficace.

Néanmoins, nous ne le dissimulons pas, ces expériences n'ont qu'une valeur relative, car rien ne nous permet de supposer que tous ces jeunes chiens étaient issus du même père, et par conséquent on peut admettre que le hasard nous a fait choisr les chiens qui étaient de la race la plus grande.

Cependant les chiffres ci-dessus nous montrent que dès qu'un de ces chiens (n° 1) n'est plus électrisé, il perd proportionnellement aux autres de son poids, et, d'un autre côté, tous ces jeunes chiens paraissent être de la même race.

Paul Bert, ayant répété cette expérience sur de jeunes cobayes, annonçait à une séance de la Société de biologie du mois de juillet de la même année qu'il n'avait remarqué aucune différence entre les animaux électrisés et ceux qui ne l'étaient pas ; ajoutons que Paul Bert *rationnait* les cobayes, ce qui ôte

beaucoup d'intérêt à cette observation, car il est trop évident qu'un animal ne peut s'accroître plus rapidement que les autres qu'à la condition de se nourrir davantage; une activité plus grande de la nutrition entraîne le besoin d'une alimentation plus copieuse. De plus, le procédé d'électrisation était défectueux pour deux raisons; Paul Bert employait des piles de Bunsen, et, d'un autre côté, il plaçait un des rhéophores dans la bouche et l'autre dans le rectum.

— Rien n'est plus propre à montrer la différence d'action des courants continus ou interrompus sur les tissus vivants que l'application de ces courants sur certains éléments de l'organisme qui ne possèdent ni nerfs, ni vaisseaux, et qui pourtant sont doués de mouvements, nous voulons parler des cils vibratiles et des spermatozoïdes.

Pour les spermatozoïdes, des expériences analogues aux nôtres ont été faites par Prévost et Dumas; nous ne connaissions pas ces observations antérieures quand nous avons commencé nos recherches qui nous ont conduits à des résultats identiques.

Les cils vibratiles donnent une démonstration plus évidente encore que les spermatozoïdes; en outre, le sens de leur mouvement étant toujours le même, on pouvait espérer qu'on trouverait une différence d'action pour les courants continus suivant le sens du courant; en tout cas, c'était un fait intéressant à vérifier.

Voici, en quelques mots, comment nous disposons l'expérience : Sur une plaque de verre garnie de deux lames métalliques légèrement espacées, nous plaçons les épithéliums vibratiles ou les spermatozoïdes de façon qu'ils touchent les deux minces plaques de métal; celles-ci sont mises en communication avec les appareils électriques munis d'un commutateur.

Les mouvements des cils vibratiles des cellules pharyngiennes de la grenouille sont notablement accélérés par le passage des courants électriques continus, quelle que soit la direction du courant; l'observation est aussi nette que possible quand on agit sur des cils vibratiles dont les mouvements sont devenus très lents : on les voit alors reprendre une nouvelle vigueur et s'agiter rapidement.

Les courants d'induction, à moins d'être excessivement faibles, ralentissent au contraire le mouvement, puis l'arrêtent complètement; cependant, la vie des éléments anatomiques n'est pas abolie après la cessation des ondulations, à moins que le courant employé ne soit très fort; en effet, si l'on cesse d'électriser, ou mieux si l'on fait usage de courants continus, le mouvement revient peu à peu. L'expérience est plus difficile à exécuter avec les cellules à cils vibratiles de la trachée des mammifères, mais elle réussit également.

Pour les spermatozoïdes, les choses se passent à peu près de la même façon; mais il n'y a pas autant de netteté, la différence d'action des courants continus et interrompus n'est pas aussi marquée, quoiqu'elle ne soit pas douteuse.

C'est en vain que nous avons tenté d'arrêter le mouvement vibratile des cils avec les courants continus en donnant à ceux-ci une direction opposée à celle du mouvement, c'est-à-dire en plaçant le pôle positif du côté où les cils s'abaissent et le négatif du côté où ils se relèvent; contre notre attente, les ondulations devenaient plus rapides.

Pour expliquer ces faits, il est impossible de songer à une modification de la nutrition causée par l'électrisation de ces éléments séparés du reste de l'organisme; il est impossible également d'invoquer la décomposition chimique des liquides, car l'augmentation dans la rapidité des mouvements

est immédiate sous l'influence des courants continus. Il y a là simplement excitation de l'élément anatomique; cette excitation se traduit ici par des mouvements, elle se manifesterait par une production de chaleur, de lumière ou d'électricité si l'élément était apte à déterminer ces phénomènes.

On peut d'ailleurs rapprocher de ces expériences celles que M. Berthelot a présentées à l'Académie des sciences au nom de M. Celi, et qui consistent à constater les effets de l'électricité atmosphérique sur les plantes vivantes.

Voici l'expérience la plus typique :

Le 30 juillet, on sema trois grains de maïs, en prenant des grains de poids égaux pour chaque cloche et de la même terre. De plus, chaque vase reçut la même quantité d'eau. Le 1er août, les graines commencèrent à germer : pendant deux jours, l'accroissement fut à peu près le même dans les deux cloches. Le troisième jour, les plantes de la cloche dont l'air était électrisé commencent à se développer plus rapidement que celles de l'autre cloche. Le 10 août, on mesure les plantes, qui ont les dimensions suivantes prises de la base de la tige à l'extrémité des feuilles supérieures :

Plantes dans l'air électrisé	17c
Plantes dans l'air non électrisé	8c

RECHERCHES CLINIQUES

Influence de l'électricité dans les affections dites générales.

On pourrait ranger toutes les maladies dans ce paragraphe, car à vrai dire peu de maladies ne sont pas sous la dépendance de l'état général. Dans tous les cas, l'influence des courants électriques se manifeste en thérapeutique principalement par leur action sur la nutrition des tissus. Nous ne

passerons cependant en revue que les affections qui peuvent difficilement rentrer dans une des grandes divisions que nous avons faites, c'est-à-dire dans les affections du système nerveux et du système musculaire.

Un *état d'anémie*, avec perte de forces, faiblesse générale, troubles de la sensibilité, est souvent très avantageusement modifié par l'*électrisation généralisée*. Celle-ci consiste dans l'emploi soit de l'électricité statique, soit des courants induits, soit des courants continus.

Pour l'électricité statique, il faut employer le bain électrique et, comme nous l'avons déjà dit, il est probable que l'ozone dégagé entre pour une large part dans l'influence tonique qu'on détermine. Il n'y a pas, à vrai dire, de règles à suivre, si ce n'est qu'il ne faut pas agir trop violemment ni trop longtemps, car, dans tous ces états pathologiques, dès qu'on élève la dose, l'effet tonique se change rapidement en un effet excitant et par conséquent nuisible.

Pour l'électricité à courants induits, le mode d'emploi est la faradisation cutanée, ce qu'Erb appelle même la friction électrique.

On peut ainsi recourir au procédé indiqué par Duchenne et qui consiste à placer un rhéophore humide sur un point peu excitable du malade, et à tenir l'autre dans la main de l'opérateur. Celui-ci, après avoir desséché avec de la poudre d'amidon ou de lycopode la partie de la peau à faradiser, passe rapidement la face de sa main sur les points qu'il veut exciter. Ce procédé est cependant peu pratique, et n'est guère employé actuellement que par ceux qui veulent faire croire en même temps à des « passes magnétiques ».

L'électricité, dans ces conditions, n'est qu'un moyen d'excitation un peu plus facile à régler que les autres modes d'excitation cutanée. C'est d'ailleurs ainsi qu'il agit, en

amenant une circulation plus active, comme cela se constaste facilement par l'élévation du pouls, et une respiration plus puissante. De plus, ce procédé excite assez vivement le système nerveux central, et l'on peut même amener une excitation trop violente, surtout si l'on porte les rhéophores le long des membres inférieurs.

Nous recommandons cette méthode dans les troubles de sensibilité cutanée qui accompagnent si souvent l'état d'anémie; dans les cas où l'on veut provoquer une sorte de stimulation du système nerveux central, et enfin dans certains cas de palpitations nerveuses. Dans ces affections, il faut cependant n'agir qu'avec beaucoup de modération. Nous employons de préférence les courants continus.

Deux médecins américains, Beard et Rokwel, ont beaucoup vanté la faradisation généralisée pour tous les cas où l'ensemble du système nerveux est plus ou moins affecté. Leur méthode de traitement consiste à mettre les extrémités inférieures du patient en communication avec l'un des pôles d'une machine d'induction, tandis que l'autre pôle est appliqué et promené sur diverses parties du corps, et cela dans un ordre déterminé : on commence par le rachis (première et seconde vertèbres cervicales) ; on continue par la région thoracique, la région abdominale, les quatre membres, et l'on finit par la région du cou (grand sympathique) et par la tête. La durée de la faradisation de ces diverses régions a été fixée de la façon suivante, par Beard et Rockwel :

Tête, 1 minute; cou, 4 minutes; rachis, 3 minutes; paroi antérieure du tronc, 3 minutes; membres, 4 minutes.

M. Fischer, qui a essayé cette méthode de traitement chez trois malades, a obtenu les résultats suivants :

Dans le premier cas, il s'agissait d'une jeune femme de

trente ans, affectée de mélancolie, avec hallucinations, palpitations, insomnie, secousses cloniques dans les jambes, irrégularité de la menstruation. Malgré l'emploi des traitements les plus variés, ces accidents s'étaient aggravés. Au bout de vingt-quatre séances de faradisation, et dans l'espace de six semaines, la malade était complètement rétablie.

Le sujet de la seconde observation était un névropathe (neurasthénie) qui traînait la jambe droite, ressentait des douleurs dans le dos et dans l'articulation du cou-de-pied droit. Il avait la tête lourde et se plaignait d'un anéantissement général. Après vingt-neuf séances de faradisation, le malade put reprendre ses occupations, avec son énergie des temps passés.

Enfin un résultat tout aussi éclatant fut obtenu chez une jeune fille de douze ans, sous le coup d'une chlorose rebelle, avec céphalalgie, vomissements, insomnie, prostration. La guérison fut obtenue dans l'espace de deux mois, après vingt-six séances de faradisation généralisée.

Nous n'avons pas souvent employé ce mode de traitement, au moins d'une façon exclusive, et nous avons toujours ajouté l'emploi des courants continus, dans la plupart des cas qui se rapprochent de l'*irritation spinale*, c'est-à-dire de ces états généraux qui sont caractérisés par une douleur à la pression en un ou plusieurs points de la colonne vertébrale, de l'insomnie, de la flatulence, des spasmes des muscles de la respiration, etc. Tous ces symptômes que nous croyons, avec Hammond et Peter, dépendre d'un trouble de vascularisation de la moelle, ne sont guérissables que si, avec l'électrothérapie, les malades veillent à l'hygiène et suivent un traitement tonique.

Nous conseillons d'employer les courants continus de la façon suivante : on place un des pôles sur les premières

vertèbres cervicales et l'autre sur le creux de l'estomac ou sur la région précordiale. Si l'on veut amener une stimulation plus ou moins considérable, on mettra le pôle négatif sur la moelle, ce qui revient à employer un courant ascendant ; dans le cas contraire, on mettra sur la moelle le pôle positif.

S'il y a des palpitations du cœur, de l'irritabilité du pneumogastrique (Peter), des sensations de constriction dans la poitrine, qui proviennent évidemment de spasmes des muscles de la respiration, nous avons obtenu des résultats excellents par ce procédé.

Le cas d'une jeune femme que nous avons pu suivre pendant quelque temps est des plus instructifs sous ce rapport. Elle avait tous les symptômes d'un *nervosisme* des plus accentués, avec crises hystériques. Elle avait suivi sans grand succès un traitement hydrothérapique. Les premiers jours nous avons combiné à la fois la faradisation cutanée du côté des points douloureux avec la galvanisation générale et nous avions obtenu une augmentation de l'excitation et une très grande fatigue. Nous avons alors complètement supprimé la faradisation, et nous nous sommes contenté d'appliquer le pôle positif d'un courant de 15 volts sur la nuque, et le pôle négatif sur le creux épigastrique, puis au bout de cinq minutes nous mettions pendant deux minutes le pôle positif sur le cou du côté du pneumogastrique qui, en cette région, était légèrement douloureux à la pression, le pôle négatif restant à la même place. Au bout de deux jours déjà il y eut une amélioration réelle, car le sommeil devint profond et les palpitations diminuèrent.

A propos de ce mode d'électrisation, nous ferons observer combien il y a une sorte de contraction à ce que la plupart des médecins électrothérapeutes appellent le *pôle*

indifférent. Il n'y a pas, il ne peut pas y avoir de pôle indifférent, et l'on ne peut supprimer son action par cela seul qu'on le place très loin, ou sur un point moins sensible. On ne parvient ainsi qu'à diminuer l'intensité du courant. Nous ne pouvons assez le répéter, pour les courants continus, il est impossible de les localiser ou de les condenser en un point; c'est évidemment le besoin de la théorie de l'électrotonus qui a fait imaginer ce langage et cet espoir. Lorsqu'on met, par exemple, le pôle positif sur les vertèbres cervicales et le pôle négatif sur le sternum, on ne peut espérer que la diminution de la densité du courant, à cause de la présence de l'os et de masses musculaires, sera telle qu'on peut négliger l'influence de ce pôle. Que dire, par conséquent, lorsqu'on met l'électrode *indifférente* sur la nuque! Tout au plus est-il permis, lorsque les régions électrisées sont symétriques et qu'on agit sur des points très différents comme sensibilité et comme résistance au courant, de se préoccuper de l'action locale et exclusive de tel ou tel pôle.

Quoi qu'il en soit, pour la *galvanisation générale*, nous ne croyons pas qu'il soit préférable, comme le conseillent Beard, Rockwel, ainsi que Vater von Artens, Erb, etc., de promener le pôle positif sur la tête, sur les sympathiques, le long de la colonne vertébrale, et de laisser sur la région épigastrique une grande électrode communiquant avec le pôle négatif. Beard commence même par frotter le front d'une extrémité à l'autre, puis le centre du crâne, la région du vertex, le cou des deux côtés, et enfin la colonne vertébrale de haut en bas.

Nous le répétons, nous sommes persuadé qu'il est plus avantageux de se contenter non pas de frotter, mais d'appliquer l'électrode positive aussi haut que possible sur les vertèbres cervicales, puis de l'amener sur le cou, où elle

agit à la fois sur le ganglion cervical supérieur et sur le pneumogastrique.

Parmi les affections générales auxquelles on a appliqué l'électricité, nous citerons le *diabète insipide*. Le docteur Clubbe (de Londres) a publié des observations qui semblent probantes, car chez une malade qui urinait près de 15 litres par jour il a obtenu une amélioration considérable, alors que tous les autres modes de traitement avaient échoué. Il appliquait le courant faradique sur la région des reins chaque jour pendant trente minutes.

Dans le diabète ordinaire, ou du moins chez certains glycosuriques, on obtient également une amélioration, mais nous ne saurions, à moins de conditions exceptionnelles, approuver ce mode de traitement qui ne peut être que palliatif et qui, dans tous les cas, ne peut être qu'un adjuvant.

Il faut tenir compte de cette action trophique des courants continus, dans beaucoup de maladies, et en résumé on peut les employer dans toutes celles que Bouchard a désignées sous le nom de *maladies par ralentissement de la nutrition*. Nous n'avons jamais employé l'électricité dans l'obésité, mais cela nous paraîtrait logique et à recommander, si ce n'était un traitement dans ce cas très fastidieux.

Nous citerons plus loin une observation dans laquelle nous relatons la disparition de toute une série de petites tumeurs lipomateuses chez un homme qui en avait des quantités sur tout le corps. Par suite d'un traumatisme, il eut de l'atrophie musculaire dans un bras, et nous eûmes à le soigner pour cette affection. En même temps que les muscles reprirent leur volume et leur force, les petites tumeurs adipeuses se ramollirent d'abord, puis disparurent complètement.

Lorsque la guérison fut obtenue, il n'y avait plus aucune de ces tumeurs sur le bras électrisé, tandis qu'elles persistaient sur le bras non électrisé et sur les autres parties du corps.

C'est également à une influence directe sur la nutrition que l'on peut attribuer l'action de l'électrisation dans certaines affections de la peau.

Les Drs Moncorvo et da Silva Araujo ont employé l'électricité dans l'éléphantiasis.

M. Moncorvo avait essayé l'électricité en se servant seulement des courants induits, et il a remarqué sur plusieurs personnes une diminution très remarquable de la jambe et de la cuisse ; mais il n'est pas arrivé à une guérison complète. C'est alors qu'avec son confrère il combina l'emploi des courants induits et des courants continus. En étudiant les effets obtenus, ces médecins constatèrent que les courants continus avaient pour effet de ramollir et, jusqu'à un certain point, de liquéfier les tissus indurés, et que les courants intermittents provoquaient la résorption des tissus ainsi préparés par les premiers courants.

Plusieurs médecins américains ont signalé les bons effets qu'ils obtenaient dans l'eczéma, le prurit, la pelade même. Nous ne voulons pas parler ici de lupus, de molluscum, des nævi, car le traitement de ces affections est chirurgical et agit surtout par l'*action électrolytique* du courant. Pour l'acné rosacée, le procédé de Hardaway est également électrolytique, car il introduit une aiguille dans la dilatation vasculaire, tandis que d'autres médecins et entre autres Cheadle (de Londres) assurent avoir obtenu des succès dans cette maladie en employant le courant faradique.

Ce qui démontre bien que dans ces affections cutanées le

courant agit par une influence trophique, c'est que, comme le fait remarquer Beard dans ses observations, il a obtenu des succès surtout par la galvanisation centrale. Il cite l'exemple d'une femme d'âge moyen, atteinte d'un eczéma rebelle qui avait résisté à toutes sortes de traitement. Au bout de deux séances, les douleurs diminuèrent et l'apparence de l'eczéma fut notablement modifiée. En six semaines, cette maladie qui durait depuis huit ans fut presque complètement guérie.

Chez des enfants, la guérison d'eczémas fut bien plus rapide, et il en fut de même de démangeaisons intolérables qui augmentaient toutes les nuits.

Dans les affections cutanées syphilitiques, d'après cet auteur, la guérison est hâtée par l'emploi de la galvanisation.

Nous croyons que, s'il y a une amélioration réelle et durable dans ces affections, c'est uniquement pour celles où il y a un ralentissement de nutrition, comme cela existe souvent chez les hystériques. Nous avons eu sous ce rapport à soigner un cas qui a présenté les symptômes les plus extraordinaires et que nous citons ici uniquement pour montrer comment l'électrisation peut diminuer ou abolir les douleurs qui accompagnent les plaies spontanées et les affections de la peau. Une jeune fille de dix-neuf ans (père alcoolique, mère morte d'une affection cérébrale) présenta tout d'un coup et à la suite de légères irritations de l'épiderme des plaies ayant l'aspect de plaies charbonneuses. Nous avons vu plusieurs fois ces plaies se former du jour au lendemain. Il se produit en un point de la peau une douleur très vive, une légère rougeur, puis le lendemain la peau se lève et en trente-six heures il y a une plaie grande comme une pièce de 20 sous, plaie recouverte d'une eschare

noire, le tout accompagné de douleurs tellement vives, que les nuits il ne pouvait y avoir de sommeil sans une forte dose de chloral. Les cautérisations au fer rouge, à la pâte de Vienne, au chlorure de zinc, etc., etc., avaient été employées sans résultat, et quand nous vîmes la malade pour la première fois, elle nous fut adressée uniquement pour tâcher de calmer les douleurs. Pendant les trois premières semaines, il n'y eut pas de changement, puis la douleur cessa après la quatrième semaine et la plaie devint sèche. Dès qû'on cessait l'électrisation seulement un jour, il survenait des douleurs et l'aspect de la plaie se modifiait. Pendant des mois, il a fallu faire des séances journalières, et jamais nous n'avons observé des modifications aussi nettes, ni aussi rapides, car au bout de quelque temps de traitement, si on restait un ou deux jours sans électriser les régions atteintes, les douleurs reparaissaient et ce n'était qu'aussitôt après l'électrisation que les douleurs disparaissaient et que l'appétit et le sommeil revenaient.

— Nous avons observé un cas des plus curieux d'affections cutanées douloureuses que plusieurs médecins ont suivi avec nous. Il s'agit d'une jeune dame qui souffrait depuis plusieurs mois d'une production de cors aux pieds, ou du moins de productions épidermiques ayant cet aspect. Il n'y eut d'abord qu'un seul cor sous la plante du pied et qui ne présentait rien de bien anormal, si ce n'est une douleur très vive. On le traita par la section, puis par des agents chimiques, et rien ne put diminuer la douleur; puis peu à peu il se forma dans l'épaisseur du derme une série de petits cors, tous très douloureux, et en même temps la transpiration du pied disparut, une sensation constante de froid et un peu d'engourdissement coïncidèrent avec les douleurs. Nous pûmes, en une vingtaine de séances, cal-

mer complètement ces douleurs, faire disparaître peu à peu les cors et ramener la chaleur et la circulation, et cela en agissant uniquement sur les nerfs de la jambe avec un courant descendant de 30 volts. C'est évidemment un des faits qui nous ont le plus nettement démontré l'influence de l'électrisation sur certaines affections cutanées.

Paralysies à la suite d'affections générales. — Il survient souvent des atrophies musculaires ou des paralysies, à la suite de maladies aiguës, de cachexies ou d'intoxications.

Les paralysies qui sont le résultat de l'intoxication saturnine sont très communes, et nous avons déjà indiqué que, dans ces cas, il était utile d'électriser les muscles paralysés avec les courants continus et les courants induits. De plus, comme Remak l'a découvert, l'électrisation du plexus cœliaque par les courants continus fait cesser les douleurs si intenses de la colique de plomb.

On a observé des paralysies survenant après la fièvre typhoïde, la scarlatine, la variole, la dysenterie, la diphthérie, etc. Après la fièvre typhoïde, il reste presque toujours, pendant quelque temps, une faiblesse générale et un affaiblissement de la force musculaire. L'altération anatomique subie par les muscles, pendant la fièvre typhoïde, explique très bien la nature de cette faiblesse générale. On observe encore souvent des anesthésies cutanées et des lésions trophiques.

Lorsqu'il existe, avant le début de la maladie, une paralysie ou des atrophies musculaires, ces affections augmentent quelquefois. Nous avons vu une atrophie musculaire faire de grands progrès chez une personne de quarante ans atteinte de variole, qui avait depuis son enfance une paralysie spinale infantile du côté de la jambe gauche et

qui était restée parfaitement stationnaire jusqu'à cette dernière maladie.

D'un autre côté, on voit souvent des paralysies hystériques guéries complètement à la suite de fièvres éruptives.

Le pronostic des paralysies survenant à la suite de maladies aiguës est en général favorable. Benedikt, Meyer, etc., citent des observations où les courants électriques ont très rapidement guéri des paralysies survenant à la suite de fièvres typhoïdes.

Benedikt a vu chez un enfant de trois ans une hémiplégie apparaître à la suite de scarlatine. Chez un enfant de quatre ans, à la suite d'une affection présentant tous les symptômes d'une péritonite, il survint une paralysie spinale infantile.

Benedikt a également guéri une paralysie qui s'était produite huit jours après le début d'un érysipèle.

A la suite de la diphthérie, on observe souvent des paralysies soit des nerfs de mouvement, soit des nerfs de sensibilité. Nous avons traité plusieurs paralysies du voile du palais, à la suite d'angine diphthérique, qui ont parfaitement guéri par l'emploi des courants continus.

Pour les paralysies à la suite de dipthéries, il est difficile de former dès le début un pronostic exact, car rien n'est variable et changeant comme les symptômes paralytiques de cette affection. Souvent on se croit arrivé à la guérison, quand d'autres nerfs et d'autres muscles sont envahis. Ce qui est le plus pénible dans les symptômes paralytiques de cette affection, ce sont ceux qui sont sous la dépendance du nerf pneumo-gastrique.

Voici enfin une observation où les symptômes morbides sont survenus à la suite d'une variole.

St..., employé, âgé de trente-huit ans, sans maladie antérieure, a été atteint d'une variole, au commencement du mois de mai 1870. La maladie a un cours régulier, mais au bout de quinze jours, à partir du début de l'affection, il éprouve de la douleur dans l'avant-bras. Cette douleur persiste depuis cette époque, elle est continue, assez violente, empêchant même le malade de dormir. Tous les mouvements de l'avant-bras et des doigts s'effectuent normalement. Complètement remis de sa maladie, le malade ne peut tenir la plume, il ne peut appuyer la main, et de plus il éprouve du tremblement. Il ressent en même temps des picotements et des fourmillements dans le petit doigt et l'annulaire et tout le long du côté interne de l'avant-bras. Il y a en même temps un peu de gonflement, mais très léger, dans la main, entre le petit doigt et l'annulaire.

On emploie inutilement des bains sulfureux, des frictions sèches, des lotions ammoniacales.

Au bout de huit séances, pendant lesquelles nous électrisons la partie supérieure de la moelle et le grand sympathique, il fut complètement guéri.

Dans toutes ces affections qui succèdent à des fièvres éruptives ou à d'autres maladies aiguës, qui accompagnent les cachexies, il faut surtout électriser la moelle et le grand sympathique avec des courants continus. Selon les conditions et surtout lorsqu'on n'a pas à redouter l'excitation produite par les courants ascendants, il est préférable d'employer ces derniers.

D'après les faits que nous avons observés, et d'après les expériences physiologiques, nous croyons de plus que dans les anémies rebelles, et dans bien des cachexies, les courants continus pourraient être employés avec avantage. Ils impriment à la nutrition générale une impulsion qui manque dans tous ces cas, ils raniment les fonctions, provoquent les mouvements d'échange entre les éléments, et par conséquent réveillent l'organisme et aident à le fortifier.

Il faut de plus remarquer que l'influence de l'électricité sur les corps organiques se prolonge un temps plus ou

moins long après son action directe; car ce n'est pas l'électricité qui guérit, mais les modifications qu'elle détermine dans les tissus, modifications qui se prolongent et qui agissent les unes sur les autres. Les corps vivants ont en eux-mêmes leur activité; ils sont à la fois cause et effet, et toute augmentation dans une de leurs manifestations entraîne pendant longtemps une augmentation dans toutes les autres. A l'état normal, l'être vivant tient à sa disposition tous les produits nécessaires pour son fonctionnement : l'électricité à courant continu vient activer les phénomènes physiques et chimiques nécessaires à ce fonctionnement; elle agit comme ce qu'on a appelé en mécanique les forces de dégagement. C'est l'étincelle qui allume la poudre, le frottement qui dégage toutes les affinités qui préexistent dans le phosphore et dans le soufre. De plus, un élément anatomique, et surtout une cellule nerveuse une fois excitée, deviennent eux-mêmes un centre d'activité. Leur fonction a été sollicitée par l'augmentation de nutrition, et à leur tour leur fonctionnement va augmenter les phénomènes principaux de la nutrition. Hiffelsheim avait commis cette erreur de croire que les courants continus n'agissaient que pendant le temps de leur application. Ce qui est vrai pour les corps inorganiques ne l'est point toujours pour les corps vivants. D'ailleurs, même pour les corps inorganiques, il existe plusieurs cas où l'action de l'électricité se prolonge longtemps après son application.

Influence de l'électricité sur les affections rhumatismales.

Dans le chapitre consacré aux maladies du système musculaire, nous avons déjà indiqué les principales affections

rhumatismales (lumbago, torticolis, etc.), où les courants électriques sont employés avec avantage. Il nous reste à dire quelques mots du rhumatisme articulaire.

Remak a beaucoup insisté sur l'emploi des courants continus dans le rhumatisme articulaire chronique. C'est surtout à cette influence salutaire des courants continus qu'il a donné le nom d'*effets catalytiques*.

Avant Remak, Hiffelsheim avait déjà appelé l'attention sur cette action des courants continus dans le traitement des gonflements articulaires. Depuis, tous les auteurs qui se sont occupés d'électrothérapie ont confirmé les mêmes faits, et nous pourrions citer sous ce rapport de nombreuses observations.

La guérison est très rapide, lorsqu'à la suite d'un rhumatisme articulaire aigu, il reste un peu de gonflement et de gêne dans les mouvements des articulations. Quelquefois, comme nous l'avons vu dans les observations suivantes, le gonflement qui avait disparu reparaît pendant la convalescence et persiste malgré les moyens thérapeutiques ordinaires. Dans ces cas les courants continus donnent presque toujours de très bons résultats.

D..., vingt-cinq ans, est atteinte, à la suite de refroidissement, d'un rhumatisme articulaire aigu des genoux et de l'articulation scapulo-humérale des deux côtés et du poignet du bras gauche. Elle entre à l'hôpital Lariboisière. Traitement : sulfate de quinine, vésicatoires; au bout de dix jours, elle est envoyée en convalescence au Vésinet, où le gonflement et les douleurs reparaissent, mais avec moins d'intensité, dans les genoux et dans le poignet gauche. Au bout de quelques jours, elle rentre chez elle, n'ayant plus qu'un peu de gonflement et une grande gêne de mouvements dans l'épaule et le poignet du côté gauche. Au bout de quinze jours, elle vint nous trouver. Guérison en deux séances d'application des courants continus.

— Ch..., vingt-huit ans, garçon boucher, a eu, en même temps que de la fièvre et une violente angine, du gonflement et des douleurs dans le genou, dans l'articulation tibio-tarsienne et dans l'épaule du côté

droit. Guérison en quelques jours, mais il lui reste dans l'articulation tibio-tarsienne du gonflement et de la douleur à la marche et à la pression. Dès la première séance d'électrisation par les courants continus, les douleurs sont moins fortes, et la guérison est complète au bout de trois séances.

Dans ces deux cas et dans d'autres analogues que nous pourrions citer, il n'y avait aucune des complications qui accompagnent d'ordinaire les arthrites chroniques; l'affection commençait seulement à se localiser et à prendre une forme chronique, et c'est pour cela que la guérison a été si rapide. D'ailleurs, on obtient les mêmes résultats lorsqu'il y a un léger gonflement de l'articulation à la suite de foulures, de luxations, d'entorses, de compressions, etc. Dans tous ces cas, où il y a une légère hypérémie de l'articulation, les applications directes des courants continus donnent presque immédiatement un soulagement très considérable, d'autant plus que la gêne dans les mouvements ne tient souvent qu'à la contracture des muscles qui environnent l'articulation malade.

Dans les cas plus anciens de gonflement articulaire, le traitement est forcément plus long, mais il donne également de bons résultats, que le gonflement et l'ankylose soient les suites d'un rhumatisme ou d'un traumatisme.

Effets anti-arthritiques. — Remak rapporte de nombreuses observations de gonflements articulaires et d'ankyloses anciennes guéris par les courants continus, et il résume ainsi leur emploi méthodique qui consiste :

1° A provoquer la catalyse dans l'intérieur de la partie tendineuse de l'articulation qui est frappée ou d'inflammation, ou d'exsudation, ou de sclérose ;

2° A exciter ou à accélérer un flux de liquides par des actions qui agissent sur les vaisseaux qui se dirigent vers l'articulation;

3° A enlever l'inflammation musculaire qui complique souvent l'arthrite;

4° A enlever les contractures secondaires des muscles, contractures entretenues par la douleur et les irritations inflammatoires;

5° A enlever, enfin, les états paralytiques et atrophiques qui affectent les muscles à la suite d'inflammations, d'inactivités ou de gênes de la circulation.

Avant Remak, Froriep (1834) disait déjà : « qu'il est d'un intérêt tout particulier de voir comment des phénomènes, qui expriment complètement le caractère de l'inflammation rhumatismale, disparaissent rapidement et complètement sous l'influence de l'irritation électrique, et qu'en même temps il se produit dans le tissu conjonctif une résorption de l'exsudat qui s'y était développé. »

Les courants induits peuvent également être employés dans ces cas, mais les courants continus sont incomparablement plus utiles. Nous ne citerons que l'observation suivante, qui nous est personnelle et qui nous a d'autant plus convaincu de l'efficacité des courants continus, que nous hésitions à les employer et que nous n'eussions jamais espéré un pareil résultat :

M. G..., ouvrier horloger, âgé de soixante-deux ans, a eu, il y a quatre ans, une contusion très forte à la main droite, dont les mouvements sont restés douloureux à partir de cette époque. Il y a trois ans, il fut atteint d'un rhumatisme articulaire; il fut obligé de garder le lit pendant trois mois. Les articulations tibio-tarsienne, scapulo-humérale et toutes celles du poignet et de la main droite furent prises successivement.

Lorsque nous le vîmes, il y a un an, le gonflement et les douleurs avaient disparu dans toutes les articulations, excepté dans celles de la main droite, qui présentait l'aspect qu'indique la figure 254, dessinée d'après une photographie.

Il est impossible de faire faire le moindre mouvement de la main sur l'avant-bras; l'articulation du poignet est gonflée et immobile. Toutes

les articulations métacarpo-phalangiennes étaient très tuméfiées, et présentaient les caractères ordinaires des articulations atteintes de rhumatisme chronique et remplies de concrétions tophacées. Les doigts étaient à demi fléchis, et ne pouvaient ni se fléchir davantage ni être soulevés. Le malade ne pouvait y déterminer aucun mouvement d'extension ni de flexion, et, en employant une certaine force pour y produire quelque



Fig. 254.

mouvement, on ne parvenait qu'à faire remuer légèrement l'indicateur, et en déterminant de fortes douleurs. Le pouce seul n'était pas fléchi, mais il était maintenu immobile dans la position horizontale. La main était déviée en dedans, et présentait la déviation typique à ce genre d'affection.

Ne croyant pas qu'un traitement par les courants électriques pût être



Fig. 255.

profitable, nous fîmes prendre au malade de l'iodure de potassium et des alcalins, sans obtenir aucun résultat. Sur ses instances, nous essayâmes les courants continus, et nous fûmes très étonné de trouver plus de mobilité dans les articulations, au bout de quelques séances. Aujourd'hui, la main est dans la position qu'indique la figure 255, dessinée d'après une photographie; tous les mouvements sont possibles; le pouce a recouvré tous ses mouvements; les doigts peuvent se replier complètement; la main, par conséquent, peut se fermer entièrement. Les mouvements

d'extension sont restés plus difficiles, les articulations étant toujours plus tuméfiées qu'à l'état normal. La déviation de la main existe toujours, quoique moins prononcée.

Comme on peut le constater sur la figure 225, le gonflement de l'articulation du poignet a disparu; les mouvements de la main sur l'avant-bras sont tous possibles. La tuméfaction des articulations métacarpo-phalangiennes a beaucoup diminué; ces articulations ne sont plus douloureuses. Le malade se sert très bien de sa main pour travailler.

— Dans la goutte aiguë, nous avons deux fois calmé très rapidement les douleurs et fait disparaître le gonflement par l'application locale de courants continus. Immédiatement après la première séance, l'amélioration fut très marquée, et le malade put, sans trop de douleur, s'appuyer sur sa jambe. Néanmoins, nous sommes de l'avis de Remak qui conseille dans tout accès de goutte d'employer d'abord les autres moyens thérapeutiques et de ne faire l'application des courants électriques que lorsque la fièvre aura cédé ; si les os sont très affectés et fortement gonflés, il est utile d'employer les courants électriques avant la disparition complète de l'inflammation locale.

Lorsqu'on aura à traiter des gonflements non douloureux et devenus stationnaires, Remak préfère attendre la réapparition des douleurs pour commencer le traitement électrique, et il croit même que dans les cas où les douleurs ne reparaissent plus, l'action électrique sera peu efficace.

Dans les ankyloses anciennes, on peut en même temps se servir des tractions continues avec le caoutchouc, méthode qui, à elle seule, donne souvent de brillants résultats, et que l'un de nous a employée avec succès dans plusieurs cas [1].

1. *Des tractions continues en chirurgie*, par le docteur Th. Anger et Charles Legros. Paris, 1867.

En résumé, dans les affections chroniques articulaires, que ces affections soient dues à une influence interne (rhumatisme, goutte) ou à une action traumatique, les courants continus sont d'une utilité incontestable, et doivent toujours être essayés même dans des cas qui paraissent incurables. Voici une observation qui montre bien tous les avantages que l'on peut espérer dans des cas même très anciens :

L..., âgée de quarante et un ans, s'est donné, en lavant, un coup de battoir sur le poignet gauche. Les mouvements dans l'articulation deviennent aussitôt douloureux, peu à peu le poignet gonfle, s'enflamme, et, d'après le dire de la malade, Jobert (de Lamballe) la traite pendant longtemps pour une tumeur blanche. Pendant cette époque, les articulations de l'index et du médius sont également prises, deviennent douloureuses et augmentent légèrement de volume.

Lorsque nous commençâmes le traitement électrique, sur le désir du docteur Morpain, il y avait, depuis quatre ans, une ankylose complète du poignet et des articulations de l'index et du médius. Le poignet était déformé et gonflé. Le coude du même côté était en partie ankylosé, car la malade ne pouvait faire que quelques légers mouvements de flexion de l'avant-bras sur le bras, et ne pouvait étendre complètement l'avant-bras. Celui-ci restait toujours fléchi à moitié, formant presque un angle droit avec le bras. Les muscles étaient très amaigris et elle ne pouvait faire mouvoir que le pouce.

Après une vingtaine de séances, les mouvements des doigts sont de nouveau faciles, ainsi que ceux de l'articulation du coude. Les muscles en même temps ont repris plus d'énergie.

Après une cinquantaine de séances, les mouvements, sans être aussi faciles et aussi étendus qu'à l'état normal, sont revenus dans toutes les articulations. La flexion de la main sur l'avant-bras est toujours difficile, la déformation du poignet subsiste, mais les mouvements de cette articulation sont suffisants pour que la malade puisse se servir de sa main.

— D..., cordonnier, âgé de soixante-six ans, s'est coupé à la main droite avec un des instruments de son métier, au mois de janvier 1867. Il pansa la plaie avec l'onguent dit onguent de la mère, et au bout de quelques jours, les bords de la plaie se tuméfient et le bras tout entier est pris d'un érysipèle. Le malade ne peut donner beaucoup de détails sur le cours de la maladie; mais les faits principaux sont les suivants : son érysipèle a successivement parcouru différentes régions du corps, et il a été obligé de garder le lit pendant quatre mois et demi. La plaie de la main avait été

assez longue à se cicatriser, et le bras avait été maintenu immobile pendant tout le temps de sa maladie.

Lorsque le malade vient chez nous, trois mois après sa convalescence, le bras droit ne présente plus de traces de plaie; il est amaigri; les muscles en sont un peu atrophiés, mais ils ont conservé la contractilité électro-musculaire. Les mouvements de l'avant-bras sur le bras sont difficiles et peu étendus. Les mouvements de la main sur l'avant-bras et les mouvements des doigts sont complètement impossibles. Les doigts sont allongés, raides, sans déformation. Le pouce seul possède des mouvements limités : il peut être amené devant l'index.

Au bout de dix séances, les mouvements étaient revenus complètement dans l'articulation du coude et dans celle du poignet. Les articulations des doigts sont également plus libres et plus mobiles. Le malade peut fléchir les doigts; mais il ne peut pas fermer complètement la main. Tous les mouvements du pouce sont revenus; ceux des autres doigts sont un peu moins faciles. Le malade reprend son travail.

L'emploi des courants électriques, dans les gonflements articulaires et dans les ankyloses, n'exigeant pas autant de constance et de régularité dans les appareils, il n'est pas aussi nécessaire que dans d'autres affections de tenir grand compte de l'action différente des piles.

Comme le traitement est en général purement local, il peut être également indifférent d'employer telle ou telle direction, et comme les courants électriques agissent évidemment sur les dépôts uriques et phosphatés, et peut-être sur la substance fondamentale gélatineuse, il ne faut pas craindre d'employer des courants électriques ayant une action chimique un peu forte. Il est important cependant de ne pas se servir de piles où cette action serait trop énergique, car on produirait des eschares sur la peau, ce qui est inutile et douloureux.

Des avantages de l'électrisation des centres nerveux dans les affections locales.

Nous avons déjà fait remarquer combien il était souvent avantageux d'électriser les centres nerveux, alors même que les affections étaient purement périphériques. Cette question nous paraît tellement importante que nous croyons devoir y revenir avant de terminer ce chapitre sur la nutrition générale.

Il est un fait évident et que démontrent toutes les expériences physiologiques, c'est que l'application des courants continus sur les centres nerveux détermine toujours des effets plus manifestes que lorsqu'on les applique directement sur les organes. Nous avons vu que les mouvements des intestins, etc., étaient faiblement augmentés par l'électrisation locale, tandis qu'ils l'étaient à un haut degré par l'électrisation des ganglions ou par l'électrisation de la moelle.

Il doit en être de même pour les mouvements autonomes des artérioles, et tous les faits pathologiques démontrent que pour agir sur la vascularité d'un organe, il est préférable de n'agir que sur les centres vaso-moteurs. Il en est de même pour l'élément douleur, et pour l'action sur les nerfs sensitifs.

Nous avons vu un cas de léger gonflement articulaire, accompagné de douleurs chez un rhumatisant, n'éprouver qu'une bien légère amélioration par l'électrisation localisée, tandis que l'électrisation de la moelle amena un soulagement très rapide et presque instantané. Nous citons ce fait parce que ce n'est guère que dans les affections arti-

culaires que l'électrisation localisée est logique, et que même dans ces cas, on trouve de grands avantages à électriser les centres.

Dans les observations de Remak, on trouve plusieurs faits de ce genre, quoiqu'il n'insiste pas d'une manière particulière sur les avantages de l'électrisation des centres nerveux. Ainsi, dans l'observation d'un malade atteint de parésie et de tremblement des membres inférieurs, l'application des courants continus sur les muscles de la cuisse ne produisit aucune influence sur la force des extrémités, et cela dans un certain nombre de séances : « mais après avoir fait passer pendant quelques minutes un courant de 30 à 40 éléments de Daniell, suivant le trajet et sur les côtés de l'épine lombaire et sacrée, le malade put immédiatement se tenir sur ses jambes sans trembler. »

Chez un autre malade atteint de spasmes dans la paupière gauche et dans les membres supérieurs et inférieurs, le traitement local des membres ne produisit aucun résultat, tandis que le traitement de l'encéphale par des courants exerça une influence salutaire sur le spasme de l'épaule et de la jambe.

Dans plusieurs observations nous avons déjà cité des faits analogues, mais celle qui nous a le plus frappé est la suivante, où le traitement local institué d'abord sur la demande du médecin et du malade ne donna aucun résultat, tandis qu'il y eut un succès très rapide à la suite de l'électrisation de la moelle épinière.

M. F..., âgé de vingt-cinq ans, souffre beaucoup de son testicule gauche qui est arrêté dans le canal inguinal. Il a des envies fréquentes d'uriner, la miction est douloureuse, surtout à la fin. Le testicule arrêté est le siège d'une douleur continue, que la plus légère pression suffit pour exaspérer. Ces douleurs s'irradient dans la hanche gauche et la cuisse gauche. La marche accroît la douleur et ne se fait qu'à la condition de ne pas s'ap-

puyer sur la jambe gauche que le malade traîne plutôt qu'il ne s'en sert.

Après plusieurs traitements, grands bains prolongés, capsules de térébenthine, bromure, etc., il y a une légère amélioration, mais après une marche un peu longue il est repris des douleurs dans le testicule arrêté, et des spasmes de l'urèthre.

C'est à ce moment que nous commençâmes le traitement électrique. Les douleurs du côté du testicule étaient très vives, la marche presque impossible, l'état général excessivement surexcité. Il y a de plus de l'inappétence et de l'insomnie.

Nous appliquâmes d'abord les électrodes *loco dolenti*, c'est-à-dire sur le périnée et sur le pubis, et sur l'anneau inguinal, espérant empêcher la compression du testicule et faire cesser les spasmes de l'urèthre. Les trois premières séances eurent un résultat complètement nul et aucun des phénomènes ne fut amendé.

A la quatrième séance, nous cessâmes tout traitement local, et nous fîmes passer par la moelle un courant descendant de 25 à 30 éléments. Dès cette séance, l'amélioration fut notable, les spasmes de l'urèthre diminuèrent et la surexcitation générale s'affaiblit. Au bout de huit jours de traitement, la guérison fut complète et tous les symptômes avaient disparu, la marche était libre et n'amenait plus de douleurs du côté du testicule gauche, l'appétit et la bonne humeur étaient revenus.

Nous fîmes encore pendant un mois deux séances par jour, et la guérison se maintint complète. Il y eut encore, quelques mois après, une légère récidive, par suite de fatigues, mais elle fut guérie très rapidement par une nouvelle application des courants continus, et depuis cette époque l'état général s'est maintenu excellent et les douleurs locales n'ont plus reparu.

Ces faits démontrent bien l'utilité de l'électrisation des centres nerveux; ce procédé a de plus l'avantage d'influencer la nutrition générale de tous les éléments de la région. Certains états pathologiques accessoires éprouvent ainsi également des changements salutaires. Pour démontrer ce fait en même temps que l'influence incontestable des courants continus sur la nutrition de tous les tissus en général, nous citerons l'observation suivante :

M. Antoine R..., âgé de cinquante-sept ans, ouvrier tisseur, est tombé sur le bras droit, et s'est fracturé l'humérus, au niveau de la gouttière du nerf radial. Il a eu aussitôt une paralysie complète de tout le bras; il a perdu toute sensibilité dans l'avant-bras et surtout à la partie pos-

térieure, et il ne peut remuer aucun doigt. L'appareil qui fut posé pour maintenir la fracture ayant exercé une compression très forte, il eut, au bout de vingt-quatre heures, un commencement de gangrène, le membre œdématié et couvert de phlyctènes. L'appareil fut enlevé ; mais il y eut, pendant longtemps, des ulcérations de la peau. La fracture se consolida, mais le bras resta paralysé.

Lorsque nous vîmes le malade, plus d'un an après son accident, son bras droit était dans l'état suivant : les muscles du bras, le biceps et le triceps étaient atrophiés, seulement dans leur moitié inférieure ; toute la partie qui était située au-dessus de l'appareil, qui avait été posé pour maintenir la fracture, avait conservé à peu près le volume normal ; toute la portion de ces muscles qui avait été comprimée était complètement atrophiée. Les muscles de l'avant-bras et de la main étaient également atrophiés ; les doigts étaient fléchis et ne pouvaient exécuter que de légers mouvements de flexion. Il ne pouvait faire aucun mouvement de la main sur l'avant-bras, ni de l'avant-bras sur le bras ; il y avait une immobilité complète de l'articulation du coude et du poignet. La sensibilité était partout très affaiblie ; elle avait disparu presque entièrement pour les doigts. Le malade n'accusait aucune douleur lorsqu'on piquait les doigts avec une épingle ; il ne pouvait apprécier les différences de température et avait perdu complètement le sens du tact.

La peau est couverte de taches rouges et livides, et soulevée en plusieurs endroits par de petites tumeurs dures, indolentes, glissant sous le doigt, et de formes diverses. Ces tumeurs ont apparu dix ans auparavant ; elles ont augmenté peu à peu en nombre et en volume. Pour le bras droit, elles sont au nombre de sept ; deux sont placées sur la partie antérieure de l'avant-bras : l'une près du poignet, l'autre plus haut, à 1 décimètre de distance ; les cinq autres sont toutes au côté interne de l'avant-bras, placées très près l'une de l'autre : deux du volume d'un œuf de pigeon, les autres sont plus petites.

Après une vingtaine de séances, les mouvements reparurent en partie, surtout pour les muscles fléchisseurs, et les articulations du coude et du poignet devinrent plus mobiles. Au bout de dix mois de traitement, le bras avait recouvré toutes ses fonctions ; tous les mouvements étaient devenus possibles, les articulations étaient libres et très mobiles, les muscles avaient repris leur volume et leur force normale, la sensibilité, sauf un léger engourdissement au bout des doigts, était complètement revenue. Vers le triceps et le biceps brachiaux, la ligne de démarcation, due à la compression de l'appareil, persiste toujours. On ne retrouve plus sur la peau les taches livides qui s'y trouvaient avant le traitement.

Mais, ce qu'il y a de remarquable, c'est que les tumeurs qui existaient ont complètement disparu, il n'en existe plus de traces, et cela nous a d'autant plus frappé, que nous n'avions jamais songé à agir sur ces tumeurs. Nous appliquions toujours un des pôles, le pôle positif ou le pôle négatif, sous l'aisselle, sur le plexus brachial, sur les vertèbres cervicales ou sur le

trajet des nerfs de l'avant-bras. Nous employions des courants continus de 30 à 40 éléments Remak. Il n'y a eu ni cautérisation de ces tumeurs, ni aucune action d'électrolyse proprement dite.

Notre attention étant dirigée sur ce point, nous recherchâmes si sur d'autres parties du corps il existait également de ces tumeurs. Au bras gauche, nous en trouvâmes dix, placées à peu près symétriquement à celles du bras droit. Trois de ces tumeurs se trouvent à la partie antérieure de l'avant-bras : l'une près du poignet et deux autres très rapprochées du coude. Les autres sont toutes à la partie interne, le long des muscles cubitaux. Deux de ces tumeurs sont volumineuses : l'une de la grosseur d'un œuf de pigeon, l'autre de la grosseur d'un œuf de poule. Elles sont dures, bosselées.

De petites tumeurs du même genre se trouvent encore à la cuisse, au niveau du triangle de Scarpa. Il en existe deux à gauche et une à droite. Elles sont peu volumineuses et sont également placées symétriquement.

On n'en trouve point sur d'autres parties du corps.

Quoique le malade, ne se trouvant nullement gêné par ces tumeurs et n'en éprouvant aucune souffrance, ne tînt guère à les faire disparaître, nous pûmes l'engager à se laisser électriser le bras gauche ; comme pour le bras droit, les tumeurs finirent par diminuer, et quelques-unes ont complètement disparu, après une trentaine de séances.

Après les premières séances d'électrisation, les tumeurs, d'abord dures, bosselées, ont commencé à se ramollir et par se subdiviser en un plus grand nombre de petits lobules. La tumeur la plus volumineuse, qui ne formait qu'une seule masse, offrit l'aspect de la réunion de plusieurs petites tumeurs de forme irrégulière, mais que l'on pouvait très bien séparer les unes des autres.

Quelque temps après, les tumeurs prirent une consistance très molle et donnaient un peu la sensation de la fluctuation.

Aujourd'hui, des dix tumeurs, il n'en existe plus que cinq, et celles-ci ont diminué considérablement. Plusieurs médecins ont vu ce malade.

L'examen microscopique de ces tumeurs (nous en avons obtenu une petite portion au moyen du harpon Duchenne) y a démontré les éléments suivants : de grandes cellules adipeuses, avec une trame fibreuse fort peu épaisse. Les cellules ressemblent aux cellules adipeuses du tissu sous-dermique.

CHAPITRE VIII

INFLUENCE DE L'ÉLECTRICITÉ SUR LES MOUVEMENTS DU CŒUR

L'action de l'électricité sur les mouvements du cœur ne peut être bien connue que si l'on tient compte des phénomènes qui ont eu lieu du côté du pneumogastrique. Or ces phénomènes non seulement sont complexes par eux-mêmes, mais de plus ils ont été compliqués par les divers expérimentateurs, et surtout par les procédés d'expérimentation.

En effet, dans toutes les recherches qui ont été faites jusqu'à ce jour sur les nerfs pneumogastriques, on n'a pas tenu compte du mode d'excitation électrique, et les physiologistes surtout ne se sont guère préoccupés que des variations d'intensité du courant. Il est un autre élément qui a une grande importance et que nous avons cherché à étudier, c'est l'influence du nombre d'interruptions du courant excitateur. C'est même pour faire ces recherches, que, dès la fin de 1870, nous avons fait construire par M. Trouvé l'appareil à interruptions régulières.

Nous n'avons guère à revenir ici sur cet appareil, mais nous ferons remarquer que pour observer et enregistrer les modifications qui surviennent pendant l'électrisation, nous avons employé en premier lieu le manomètre ; et que

plus tard nous avons pu enregistrer directement les mouvements du cœur.

Expériences avec le manomètre.

Comme tous les expérimentateurs nous avons observé que la pression du sang diminue lorsqu'on électrise le pneumogastrique. Cependant lorsque le courant est faible et que les interruptions sont très rares, nous avons vu quelquefois la tension, après s'être d'abord abaissée, augmenter légèrement.

1° Chez un lapin dont on électrise le bout inférieur du pneumogastrique avec un courant faible et seulement 2 interruptions du courant, c'est-à-dire 2 excitations par seconde, la tension, qui était primitivement de 10 centimètres, baisse d'abord légèrement, puis remonte à 10^{c},8. Les battements sont plus forts. On cesse l'électrisation, et la tension revient à 10 centimètres. Les battements sont alors plus faibles.

2° Chez ce même lapin, la tension étant de 9 centimètres, on détermine d'abord, avec 4 intermittences par seconde, une baisse légère, puis la tension monte à 10 centimètres, et atteint 10^{c},50. Les battements sont plus forts. On cesse l'électrisation : la tension descend à 10 centimètres, et les battements deviennent plus faibles.

3° La tension étant de 10 centimètres, on électrise le nerf avec un courant faible ayant 8 intermittences par seconde. La tension baisse d'abord à 9^{c},2, puis peu à peu elle revient à 10 centimètres avec des battements forts. On cesse : la tension monte à 10^{c},3, puis redescend à 9^{c},5.

4° La tension étant 9^{c},5, on électrise avec un courant de 16 intermittences par secondes, la tension baisse peu à peu jusqu'à 6 centimètres, et, pendant un instant, il n'y a plus de battements. Ils réapparaissent rares et forts, et font remonter la tension à 8 centimètres. On cesse, et la tension remonte jusqu'à 10^{c},5, et se maintient à 10 centimètres.

On coupe les deux pneumogastriques.

La tension étant de 14 centimètres, on fait passer un courant de 2 intermittences; la tension baisse légèrement, puis remonte à 14^{c},5 par de grandes oscillations. On cesse : la tension se maintient, et les grandes oscillations persistent pendant quelque temps.

La tension étant de 14 centimètres, on électrise avec 6 intermittences et un courant plus fort. La tension baisse à 11 centimètres et reste à ce

niveau avec belles oscillations. On cesse : la tension remonte à 13^{c},5, et les oscillations sont plus petites.

La tension étant de 13^{c},5, et les intermittences de 10, la tension descend à 10^{c},5. Battements plus forts et plus rares. On cesse : la tension remonte à 13 centimètres, et les battements sont plus faibles.

Il semble donc qu'un courant très faible, et à très rares intermittences, amène une augmentation de pression, et cela sans aucun doute, parce qu'il provoque des battements plus énergiques. D'un autre côté le nombre des intermittences a la plus grande influence, car le courant gardant la même intensité, les phénomènes varient selon le nombre d'intermittences. A partir de 4 intermittences par seconde, on n'obtient plus qu'un abaissement de tension, comme le prouvent encore les tableaux suivants.

(On électrise le pneumogastrique gauche.) (Lapin.)

Nombre d'interruptions par seconde.	Tension avant l'électrisation.	Tension pendant l'électrisation.	Tension après l'électrisation.	Oscillations pendant l'électrisation.	Oscillations après l'électrisation.
8	12	11 et 10,5.	12	Grandes et rares.	Petites et fréquentes.
16	12	Successivement 10, 8, 7, 6, 5, 4.	13,5 puis revient à 10,5.	Fortes.	Petites et irrégulières.
15	11	7 minimum, remonte à 9.	12	Très grandes et rares.	Petites et fréquentes.
40	12	7 minimum, remonte à 9,50.	13	Arrêt, puis fortes et rares.	Petites et fréquentes.
3	12,5	11,5.	12,5		
4	12	11,3.	12		
2	Pas de changement.		Un peu plus grandes.		
16	La tension descend de 2 centimètres.		Plus fortes.		

Observations. — L'électrisation du nerf a duré 15 secondes.

Nous avons pu constater à l'œil nu, chez ces animaux, une partie des phénomènes que nous observions à l'aide du manomètre; car, en ouvrant le thorax et en électrisant le

pneumogastrique avec un courant induit, ayant 30 intermittences par seconde, on arrête un instant le cœur; au bout de quelques instants d'arrêt du cœur, on voit survenir une contraction très forte, et les battements se succèdent très lentement.

(Les deux pneumogastriques sont coupés; on électrise le pneumogastrique gauche.)
(Lapin.)

NOMBRE d'interruptions, par seconde.	TENSION avant l'électrisation.	TENSION pendant l'électrisation.	TENSION après l'électrisation.	OSCILLATIONS pendant l'électrisation.	OSCILLATIONS après l'électrisation.
8	13,5	11	13,5	Grandes	Petites.
16	13	4 minimum, remonte à 8.	15,5, redescend à 13,5	Arrêt complet, puis reviennent tr. rare et tr. grande.	Presque insensibles.
40	13,5	4 minimum, remonte à 11.	14, redescend à 13,5.	Arrêt complet, puis reviennent rares et énormes.	Petites et plus fréquentes.

Au commencement, il faut plus de 16 interruptions par seconde pour arrêter le cœur; avec 10 interruptions, les battements sont plus forts et plus lents, mais il n'y a pas d'arrêt du cœur.

L'animal s'épuisant et étant très affaibli, on arrête le cœur avec 14 interruptions, et le cœur ne repart plus pendant tout le temps de l'électrisation, qui dure 15 secondes.

L'animal étant encore plus affaibli, 8 interruptions arrêtent le cœur pendant un instant.

Non seulement la tension baisse plus ou moins, selon le plus ou moins grand nombre d'intermittences par seconde, mais en même temps les battements deviennent d'autant plus rares qu'on augmente le nombre des interruptions.

En graduant ces interruptions, on peut forcer le cœur à

donner un nombre de battements déterminé. Voici le résultat d'une des expériences faites sur un lapin. Le cœur de cet animal battait 37 fois en 15 secondes; l'électrisation du pneumogastrique donnait dans le même espace de temps, c'est-à-dire pendant quelques secondes :

Avec	1	interruption	toutes les deux secondes......	34	battements.
—	1	—	par seconde..................	30	—
—	2	—	—	28	—
—	3	—	—	25	—
—	4	—	—	23	—
—	5	—	—	22	—
—	6	—	—	21	—
—	7	—	—	20	—
—	8	—	—	18	—
—	9	—	—	16	—
—	10	—	—	15	—
—	11	—	—	13	—
—	12	—	—	11	—
—	13	—	—	9	—
—	14	—	—	7	—
—	15	—	—	5	—

Nous avons constaté chez des chiens les mêmes phénomènes que chez les lapins, c'est-à-dire : 1° que la tension baisse d'autant plus, et 2° que les battements sont d'autant plus forts et plus rares, que les interruptions sont plus nombreuses.

Nous donnons ici le tracé des variations manométriques obtenues chez un chien, en électrisant le pneumogastrique avec un courant induit, donnant 4 intermittences par seconde (fig. 256). La tension baisse considérablement, et les pulsations deviennent plus rares et plus longues.

Lorsqu'on cesse l'électrisation, la tension remonte plus vite qu'elle n'est descendue, et par une série de soubresauts qui représentent autant de fortes contractions.

Nous avons également réuni en forme de tableaux les observations manométriques faites sur le chien. En jetant un

coup d'œil sur ces tableaux (voy. page suivante) on voit que la tension baisse d'autant plus que le nombre d'interruptions est plus grand : avec 40 intermittences, la tension baisse, par exemple, de 11 centimètres, tandis qu'avec 8 intermittences elle ne baisse que de 3 centimètres 1/2, et avec 10 intermittences elle baissera de 5 centimètres.

Presque toujours, la tension ne commence à baisser qu'une ou deux secondes après l'excitation du pneumogastrique; elle baisse alors jusqu'à un mininum où elle ne se

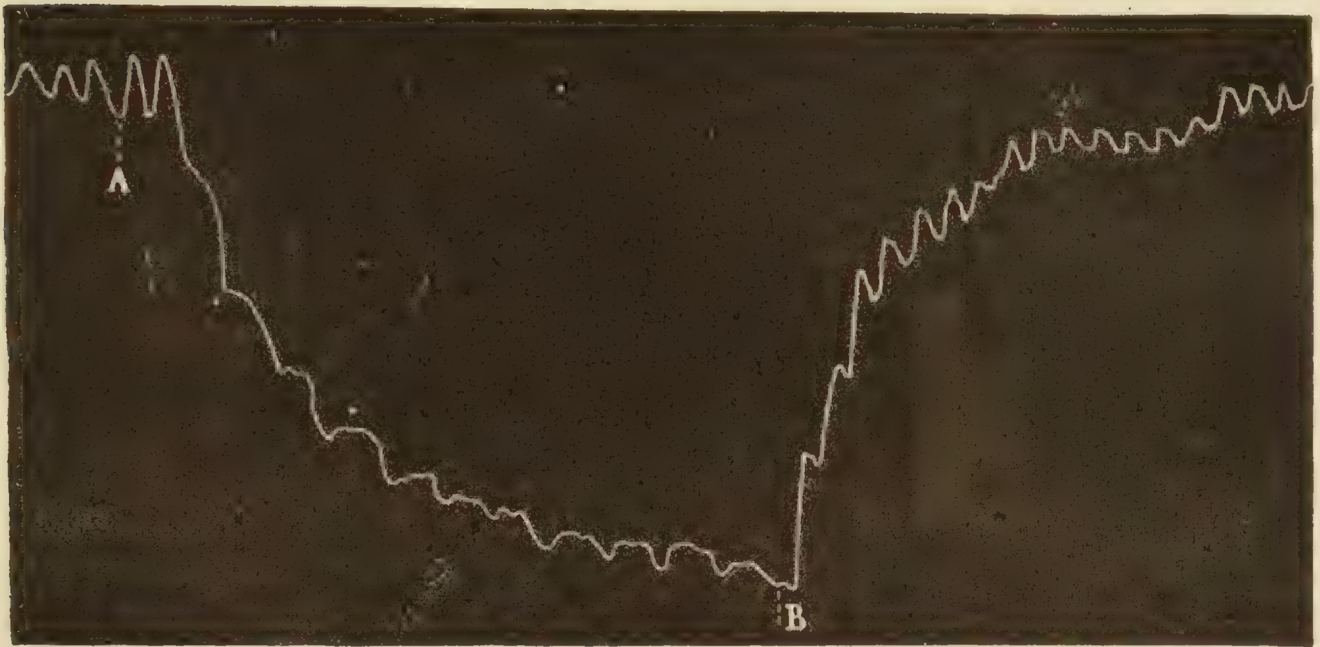


Fig. 256. — On électrise en A, on cesse en B.

maintient qu'un instant, car bientôt, même lorsque le cœur a été arrêté, il survient quelques rares contractions, mais très fortes, qui, à chaque fois, font monter la tension jusqu'à à un certain niveau fixe, inférieur au niveau primitif. Après l'électrisation la tension remonte au-dessus du niveau primitif; mais, au bout de quelque temps, elle redescend en général et conserve la hauteur qu'elle avait avant l'expérience.

Un phénomène constant est la diminution des battements, même avec un courant ayant fort peu d'intermit-

tences. La relation entre la force des battements et leur fréquence est toujours la même : Plus les battements sont rares, plus ils sont énergiques.

(On électrise le pneumogastrique gauche.) (Chien.)

NOMBRE d'interruptions par seconde.	TENSION avant l'électrisation	TENSION pendant l'électrisation.	TENSION après l'électrisation.	OSCILLATIONS pendant l'électrisation.	OSCILLATIONS pendant l'électrisation.
40	17	6, remonte à 9.	17,5	Arrêt du cœur pendant 25 secondes.	Petites et rapides.
22 interruptions pendant 1 minute et 30 secondes.	15,5	5 minimum, puis remonte. En 10 secondes arrive à 14.	16	Arrêt pendant 20 secondes; rares, de 1 centimètre de grandeur.	Très rapides.
22	16	6,5	16,5	Arrêt, contractions fortes et rares.	Presque insensibles.
8	18	14,5	18	Grandes.	
10	18	13	19	Rares et grandes.	Nombreuses et moins grandes.

OBSERVATIONS. — Agitation très vive; mouvement intestinal pendant l'électrisation.

(On électrise le pneumogastrique gauche.) (Chien.)

NOMBRE d'interruptions par seconde.	TENSION avant l'électrisation.	TENSION pendant l'électrisation.	TENSION après l'électrisation.	OSCILLATIONS pendant l'électrisation.	OSCILLATIONS après l'électrisation.
4	15,5	14	16	Grandes et rares.	Fréquentes, ou peu prononcées.
8	16,3	13	16	Très grandes et très rares.	
16	16	10, puis baisse à 7; remonte à 11.	17,5	Rares, arrêt complet, très grandes et très rares.	Petites et fréquentes.
40	17	16, baisse à 12, se maintient à 13.	16,5	Arrêt, puis rares et très grandes.	Petites et rapides.

(On électrise le pneumogastrique droit.) (Chien.)

NOMBRE d'interruptions par seconde.	TENSION avant l'électrisation.	TENSION pendant l'électrisation.	TENSION après l'électrisation.	OSCILLATIONS pendant l'électrisation.	OSCILLATIONS après l'électrisation.
4	17,5	16,5	17,5	Nettes et grandes; moins fréquentes.	Nombreuses et restent très grandes.
6	17,5	16	18	Grandes.	Fréquentes mais fortes.
8	18	15	18,5	Grandes et rares.	Fréquentes et grandes (moins que pendant l'électrisation).

(On électrise le pneumogastrique droit). (Chien.)

NOMBRE d'interruptions par seconde.	TENSION avant l'électrisation.	TENSION pendant l'électrisation.	TENSION après l'électrisation.	OSCILLATIONS pendant l'électrisation.	OSCILLATIONS après l'électrisation.
3	18	17	18	Prononcées.	
5	18	16,8	Un peu au-dessus de 18.	Plus grandes.	
6	18,5	16,5		Très grandes.	Se maintiennent un instant plus fortes qu'avant l'électrisation, mais beaucoup moins fortes que pendant l'électrisation.
9	18	13	19	Rares et fortes.	
10	18,5	13,5, se maintient à 13.	20,5	Grandes.	
13	20	12	22, redescend et se maintient à 20.	Très rares et grandes.	
16	17,5	8 et remonte à 11.	18,5	Temps d'arrêt, puis grandes et rares.	
40	18,5	7,5 et remonte à 10.	19,5	Arrêt de quelques secondes, puis rares et très grandes.	Pendant quelque temps irrégulières et assez grandes.
40	18,5	9,5 et remonte à 12.	19	Arrêt, puis grandes et rares.	Fréquentes et petites.

Après l'électrisation, les battements demeurent un instant plus forts qu'avant l'excitation, puis ils reprennent

leur type normal ou même deviennent plus faibles et plus rapides.

(On électrise le pneumogastrique droit.) (Chien.)

NOMBRE d'interruptions par seconde.	TENSION avant l'électrisation.	TENSION pendant l'électrisation.	TENSION après l'électrisation.	OSCILLATIONS pendant l'électrisation.	OSCILLATIONS après l'électrisation.
16	16	10	17	Grandes et rares.	
40	17	8	17,5	Nulles quelque temps.	
40	17	9, remonte à 12.	18,2 et revient à 17.	Trois très grandes, puis moins grandes et plus rapides.	Fréquentes et très petites.
40	17	10 et remonte à 13.	Elle remonte à 17,5 et revient à 16,5.	Nulles, puis grandes et rares.	Petites.
8	16	14, se maintient à 14,5.	16,3; revient à 16.	Fortes.	

OBSERVATIONS. — Gargouillement intestinal pendant l'électrisation.

Lorsqu'au lieu d'employer des courants induits, pour exciter le nerf pneumogastrique, on fait arriver à chaque contact du levier de l'appareil, avec une des touches du cylindre, le courant d'une pile de 4 à 8 éléments de sulfate de cuivre, les résultats sont à peu près les mêmes, mais moins énergiques cependant qu'avec les courants induits. Ainsi, avec 8 intermittences par seconde, avec des courants de la pile, la tension baisse de 17 à 15 centimètres 1/2.

Avec des courants induits et le même nombre d'intermittences, la tension baisse de 17 centimètres 1/2 à 14 centimètres.

Différence en faveur des courants induits : 2 centimètres.

Avec 16 intermittences :

Avec des courants de la pile, la tension baisse de 17 à 14 centimètres.

Avec des courants induits, la tension baisse de 18 à 11 centimètres.

Différence en faveur des courants induits : 4 centimètres[1].

Cardiographe direct.

Chez plusieurs animaux, nous avons enregistré les battements du cœur au moyen de l'appareil suivant :

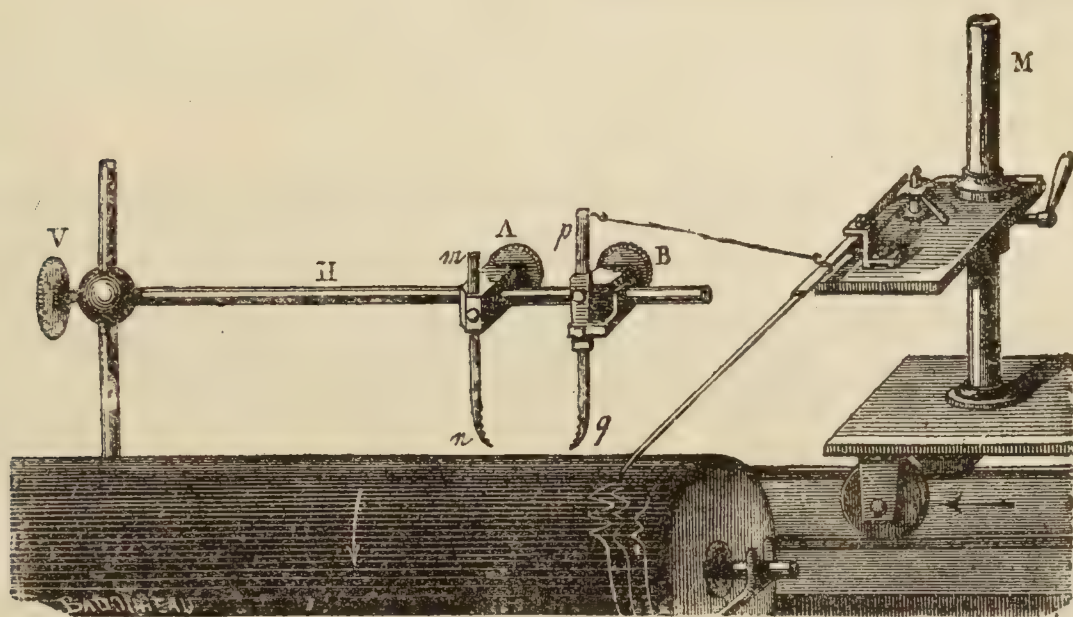


Fig. 257.

Cet appareil (fig. 257) se compose d'une tige verticale sur laquelle se meut une tige horizontale H, que l'on peut élever ou abaisser au moyen de la vis V. Cette tige horizontale reçoit à frottement deux cubes de cuivre A et B, qu'on peut rapprocher ou éloigner l'un de l'autre. Afin que ces cubes ne puissent basculer en avant ou en arrière, la tige n'est point cylindrique et offre deux surfaces planes contre lesquelles s'appuient les vis qui maintiennent les deux cubes de cuivre.

1. Voir plus de détails, notre mémoire : *Recherches expérimentales sur la physiologie des nerfs pneumogastriques*, in *Journal d'anat. et de phys.*, 1872.

L'un de ces cubes A porte une tige verticale fixe *mn*, que l'on abaisse à volonté, et qui est maintenue par une vis.

L'autre cube B porte une tige *pq*, mobile sur un axe disposé à pivot, comme ceux employés pour les boussoles.

A l'extrémité supérieure de cette tige mobile se trouve un petit crochet auquel se fixe un fil qui communique avec l'appareil enregistreur.

Les extrémités inférieures des deux tiges *mn* et *pq* sont recourbées, et leur partie interne est légèrement striée afin de mieux maintenir le cœur.

Lorsqu'on veut se servir de cet appareil, on est naturellement obligé d'ouvrir le thorax et de faire la respiration artificielle. On place les deux tiges de chaque côté du cœur, la tige fixe sert pour ainsi dire à maintenir le cœur, tandis que la tige mobile est soulevée à chaque contraction et transmet son mouvement à l'appareil enregistreur.

L'appareil enregistreur dont nous nous sommes servi est celui de Marey, et il est trop connu pour que nous croyons nécessaire de donner d'autres indications.

Nous donnons quelques-uns des tracés que nous avons ainsi obtenus; mais pour ne pas trop embarrasser cette étude, et pour ne pas trop l'encombrer de tracés, nous n'en reproduisons qu'un petit nombre, et nous avons résumé en quelques mots les résultats que nous avons constatés sur l'ensemble de ces graphiques.

Sur un chien vigoureux soumis au chloroforme, on introduit une canule dans la trachée pour faire la respiration artificielle, puis on ouvre le thorax pour placer le cardiographe, et on découvre le pneumogastrique gauche que l'on sectionne. On entretient pendant quelque temps la respiration artificielle, pour permettre à l'animal d'éliminer le chloroforme.

L'électrisation du bout périphérique du pneumogastrique gauche nous montre certains faits que nous constaterons nettement sur les animaux à sang froid; mais ici les phénomènes sont plus rapides et pourraient passer inaperçus sans l'aide des appareils enregistreurs; ainsi, les modifications dans les mouvements du cœur ne surviennent pas brusquement au moment de l'excitation, il y a un intervalle très court qui sépare le moment où on l'électrise, de celui où l'on aperçoit un changement dans la forme des battements. De même, lorsqu'on cesse l'électrisation, les mouvements reviennent peu à peu à l'état normal.

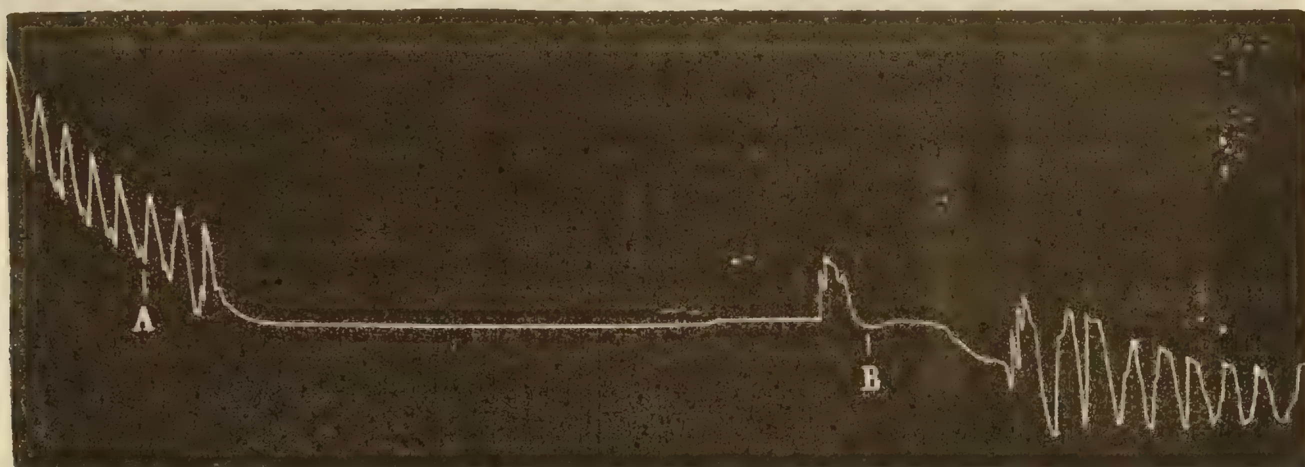


FIG. 258. — 16 interruptions par seconde. On électrise en A, on cesse en B. Au moment d'électriser, on arrête la respiration artificielle.

Si le nombre des excitations est suffisant, on obtient l'arrêt (fig. 258); mais il est toujours précédé de quelques mouvements déjà modifiés; lorsqu'on cesse l'électrisation, l'arrêt persiste quelques secondes, puis les mouvements deviennent peu à peu normaux.

Lorsque le nombre des excitations est insuffisant pour arrêter le cœur, les contractions deviennent plus rares, plus fortes et durent plus longtemps (fig. 259). Ainsi, 8 interruptions nous donnent 8 battements, lorsqu'à l'état normal nous en avions 19 pendant le même espace de temps. 11 interruptions donnent 5 pulsations pendant la même période.

15 à 16 interruptions arrêtent le cœur; il est très fréquent de voir, après 12 à 15 secondes d'arrêt, un énorme battement, puis l'immobilité reparaît; si l'on continue

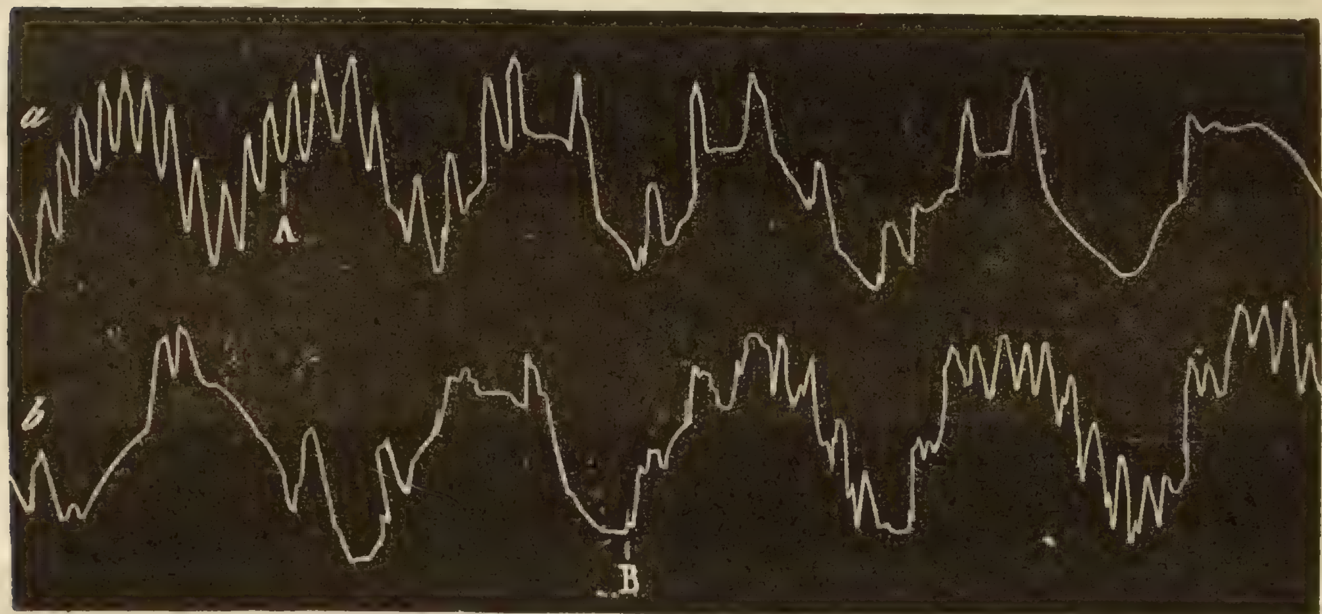


Fig. 259. — 10 interruptions par seconde. On électrise en A, on cesse en B. La respiration artificielle est continuée pendant l'expérience.

longtemps l'électrisation, les battements se montrent très rares d'abord, puis de plus en plus fréquents.

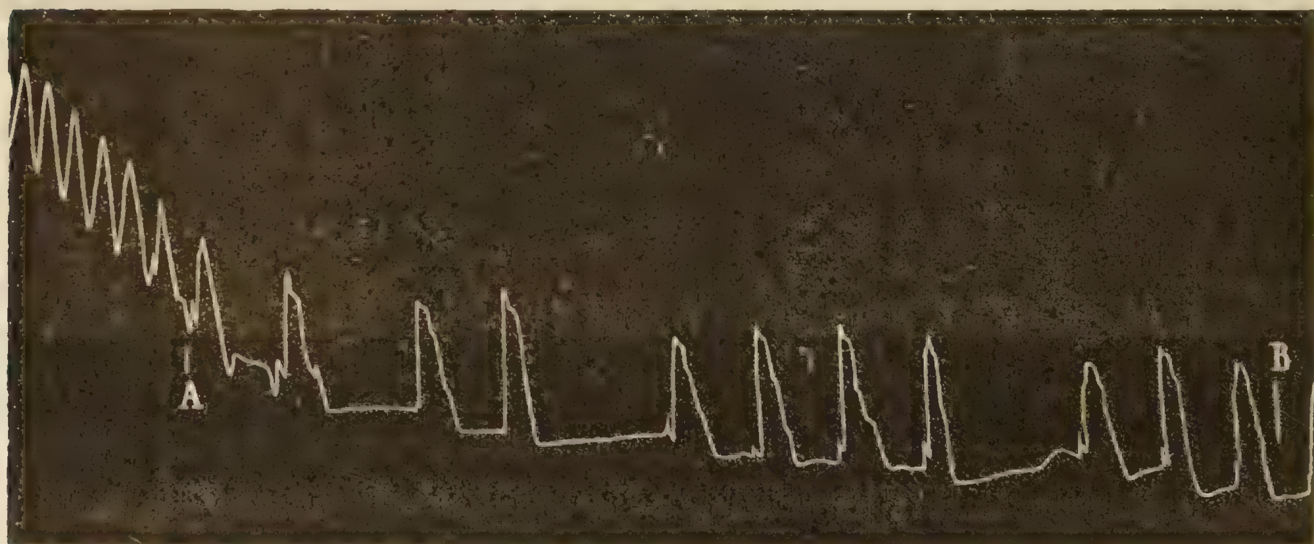


Fig. 260. — On électrise en A, on cesse en B. La respiration artificielle est suspendue pendant l'expérience.

Dans l'un des tracés, la hauteur de la secousse musculaire à l'état normal est de 6 millimètres, sa largeur à sa base de 1 millimètre; après l'électrisation, avec 11 inter-

ruptions, nous avons : hauteur 11 millimètres, et largeur de 3 à 4 millimètres (fig. 260).

Chez le cobaye, les pulsations deviennent rarement plus fortes qu'à l'état normal ; on verra même dans les deux tracés que nous donnons ci-joint qu'elles sont plus faibles, mais qu'elles durent beaucoup plus longtemps.

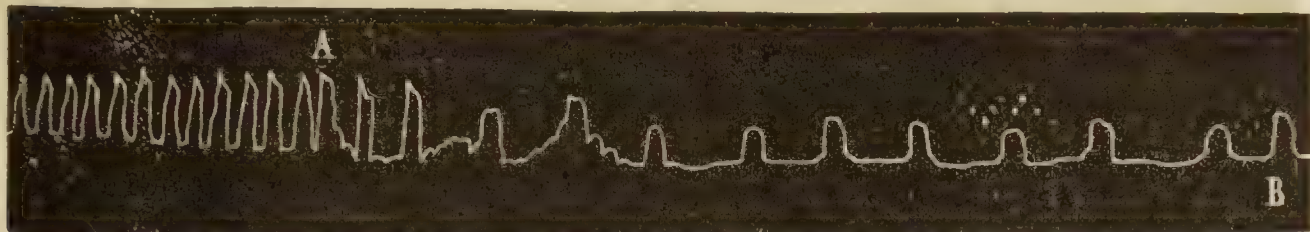


Fig. 261. — 4 excitations par seconde. On électrise en A, on cesse en B.

Dans un espace de temps donné nous avons à l'état normal 23 battements.

Avec 4 excitations par seconde, nous avons 7 battements (fig. 261).

Avec 8 excitations, 4 battements (fig. 262).

Avec 16 excitations, arrêt complet.

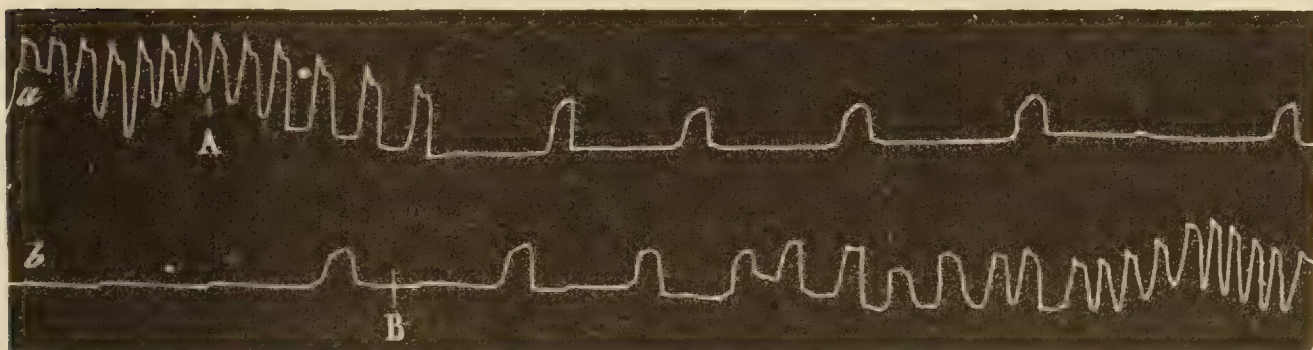


Fig. 262. — 8 excitations par seconde. On électrise en A, on cesse en B.

Sur un lapin, nous n'avons plus que 4 battements dans ce même temps, en excitant le pneumogastrique quatorze fois par seconde ; après avoir déterminé une violente hémorrhagie, nous avions l'arrêt complet avec 5 excitations déjà. Inutile de dire que plus les pulsations étaient rares, plus elles étaient fortes et de longue durée. Ajoutons encore qu'au début de l'expérience, sur le même pneu-

mogastrique il était difficile d'arrêter complètement le cœur avec 16 interruptions par seconde (fig. 263).

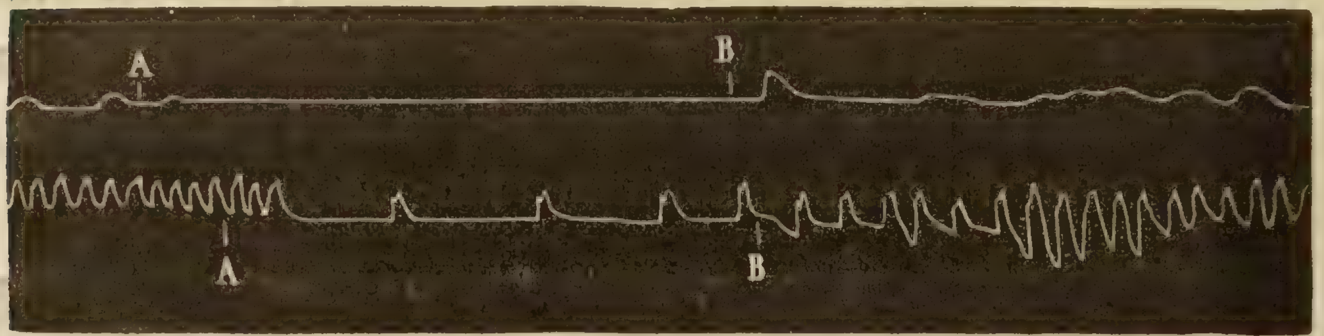


FIG. 263. — Les lettres A,A indiquent le moment où l'on électrise, les lettres B,B le moment où l'on cesse le courant. Dans le tracé inférieur, pris sur un lapin affaibli, on emploie 14 interruptions.
Dans le tracé supérieur pris sur le même lapin, après une hémorrhagie, on arrête le cœur avec 5 interruptions.

Les courants continus ne nous ont donné aucun résultat (ils n'étaient peut-être pas assez prolongés — une minute).

Sur un lapin complètement épuisé, les pulsations s'arrêtent. Nous appliquons alors les courants continus sur le pneumogastrique pendant un instant, et les pulsations reparaissent légères.

EXPÉRIENCES SUR DES GRENOUILLES.

Avec 6 ou 8 excitations par seconde, on arrête complètement le cœur de la grenouille. L'arrêt ne survient qu'au bout de 5 ou 6 pulsations qui ne sont pas aussi modifiées que sur les autres animaux; quand on cesse, les pulsations reviennent lentement (fig. 264).

Lorsqu'on n'excite pas suffisamment pour arrêter, on diminue le nombre des battements; mais les modifications dans la forme et la durée des contractions, quoique constantes, sont moins marquées que chez d'autres animaux

Les courants continus faibles nous ont donné des résultats fort nets. Les contractions diminuent peu à peu avec

une lenteur, et au bout de trois quarts de minute on obtient

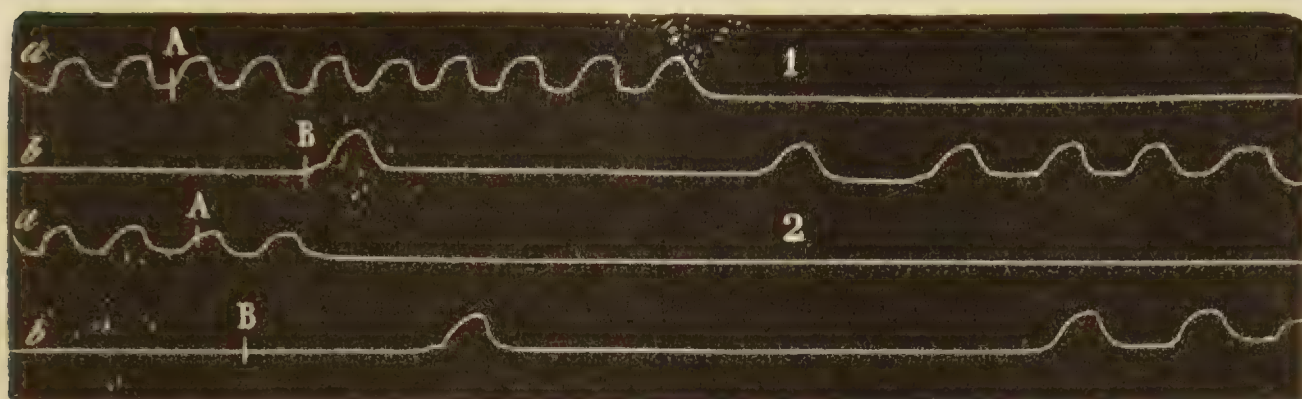


Fig. 264. — On électrire aux lettres A,A, on cesse aux lettres B,B. — Le premier tracé *a,b* est obtenu avec 8 interruptions; le second, *a,b*, situé au-dessous, est obtenu avec 10 interruptions. Dans ce dernier, les pulsations disparaissent plus vite après l'électrisation et reparaissent moins vite après la cessation du courant.

l'arrêt. Lorsqu'on cesse le courant, l'arrêt persiste quelque

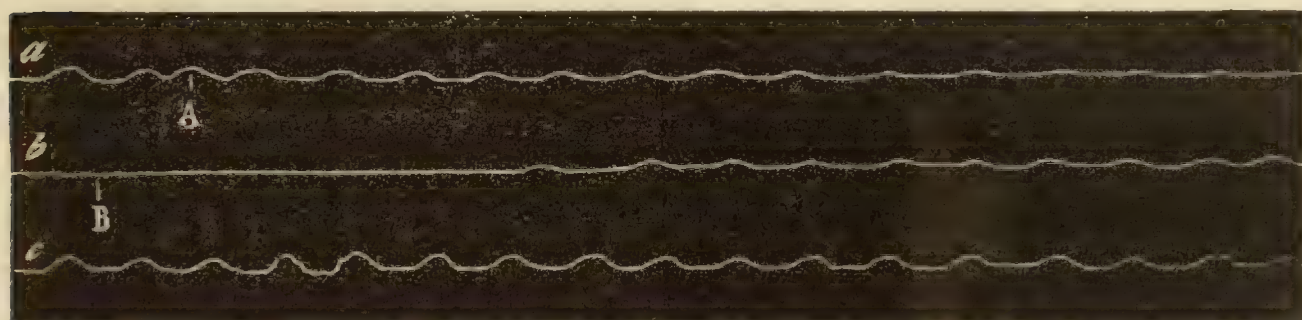


Fig. 265. — On électrise en A, on cesse en B.

temps; puis les contractions reparaissent lentement (fig. 265).

EXPÉRIENCES SUR DES COULEUVRES (ÉTAT D'HIBERNATION).

Une excitation très faible des pneumogastriques est suffisante pour arrêter le cœur. Après avoir constaté que 12, puis successivement 10, 8, 4, 2, et enfin une interruption par seconde arrêtaient le cœur, nous avons disposé l'appareil de façon à obtenir une interruption de deux en deux secondes, et l'arrêt s'est encore produit. Nous avons alors tiré la bobine de l'appareil et découvert la moitié des fils;

dans ces conditions, nous avons eu également l'arrêt du cœur avec une interruption en deux secondes. Enfin, la bobine a été tirée jusqu'à ce que le courant devenu insensible n'arrête plus le cœur avec une interruption par deux secondes. Laissant alors la bobine dans cette position, nous avons seulement augmenté le nombre des interruptions, et nous avons vu le cœur s'arrêter lorsque l'appareil donnait deux interruptions par seconde.

Nous avons, dans cette dernière expérience, deux faits importants :

1° L'influence de l'intensité du courant;

2° L'influence de la rapidité des interruptions.

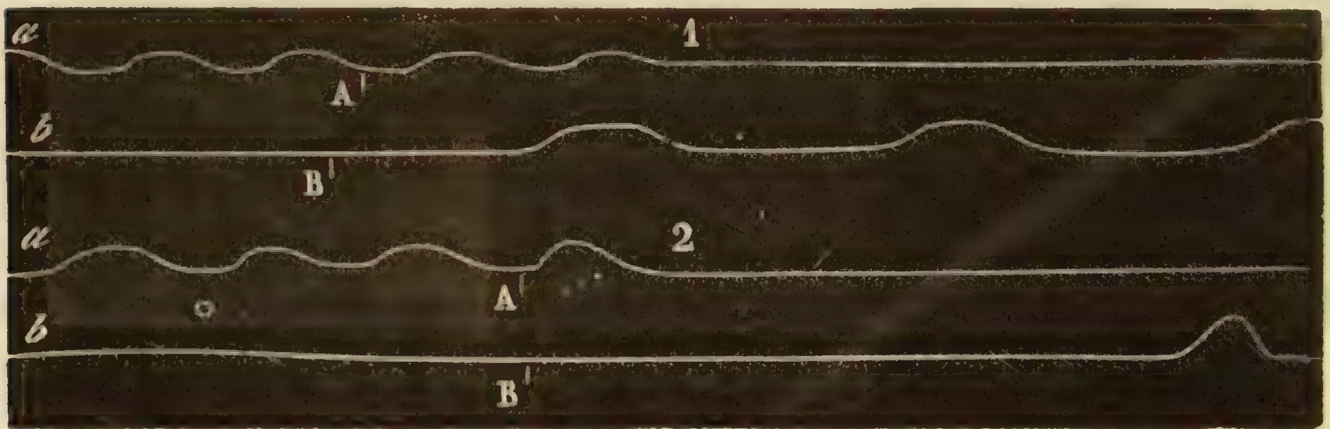


FIG. 266. — Couleuvre. Dans le tracé 1, on emploie 1 interruption par 2 secondes. — Dans le tracé 2, on se sert de 3 interruptions par seconde, l'arrêt se fait plus tôt et dure plus longtemps. — Les lettres A, A indiquent le moment de l'électrisation, et les lettres B, B le point où l'on arrête le courant.

Plus le courant est intense et rapide, et plus l'arrêt se montre vite (fig. 266).

Lorsque les interruptions sont rares, le cœur donne encore 3 ou 4 pulsations avant de s'arrêter; ces pulsations, qui surviennent immédiatement après l'excitation, sont à peine modifiées.

Lorsqu'on cesse l'électrisation, le cœur reste immobile plus ou moins longtemps, d'autant plus longtemps que l'excitation a été plus forte; nous avons vu souvent l'immo-

bilité persister une demi-minute et plus, après l'arrêt du courant. Les premiers mouvements qui surviennent après l'immobilité sont plus forts et durent plus longtemps qu'avant l'excitation, puis ils diminuent peu à peu et reviennent au type normal.

Les courants continus ont donné des résultats remarquables (c'est le courant ascendant qui a été employé); au moment de l'application du courant, ou plutôt peu de temps après, il y a arrêt momentané du cœur. Cet arrêt est de courte durée (10 secondes environ), puis les pulsations reparaissent; elles sont d'abord normales, puis elles décroissent peu à peu sans augmenter de fréquence et sont tellement faibles, après trois minutes d'électrisation, qu'elles sont difficilement enregistrées. Le courant continu employé était très faible.

EXPÉRIENCES SUR DES TORTUES.

L'arrêt complet n'est pas obtenu facilement, mais les modifications dans le nombre et la force des battements sont très remarquables.

Ces modifications surviennent très lentement. Ainsi, dans une expérience, l'électrisation avec 6 interruptions par deux secondes, ne donne, au bout d'une minute, que peu de changement; après deux minutes, voici ce qu'on observe (fig. 267) :

A l'état normal, pendant un espace de temps fixe, on a 3 contractions; chaque contraction a 2 centimètres à sa base et 5 millimètres de hauteur.

Au bout de deux minutes, on a 2 contractions et demie; elles sont plus grandes.

Au bout de quatre minutes, on a 2 contractions; la hau-

teur est de 8 millimètres et la base de 2 centimètres et demi.

On cesse après la quatrième minute, et les battements

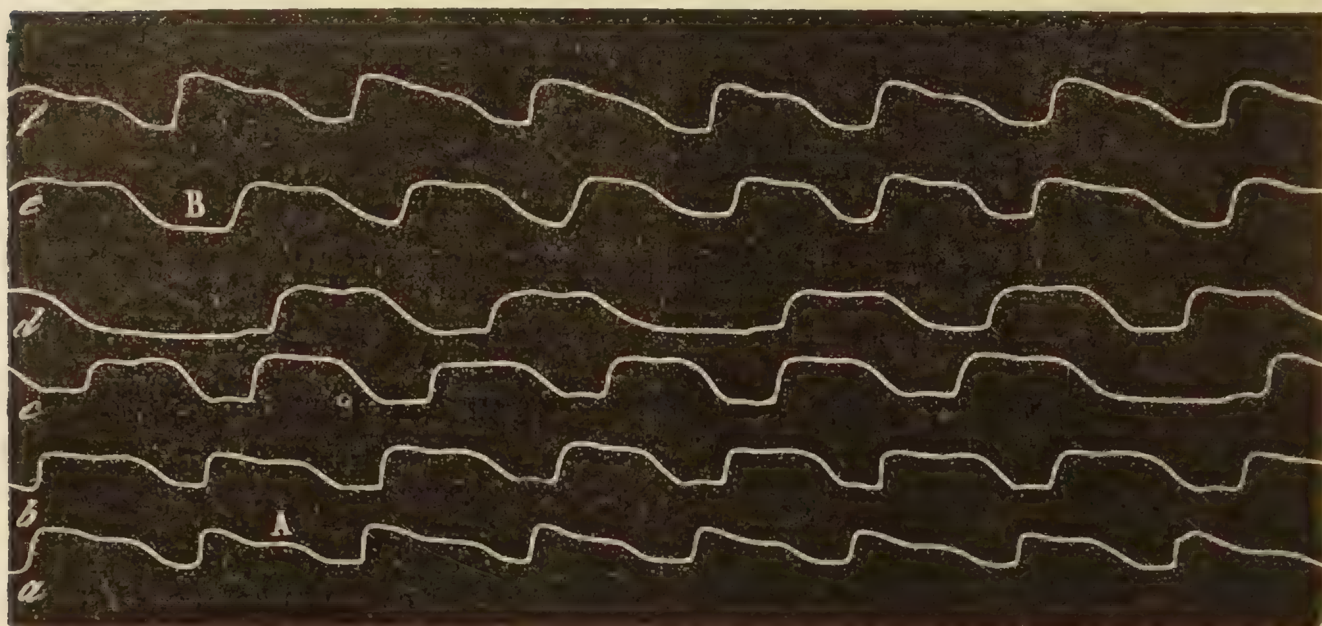


FIG. 267. — Ce tracé commence en bas à la lettre *a* et se continue jusqu'en haut. — L'électrisation commence au point A et cesse au point B.

diminuent progressivement de force, à mesure qu'ils augmentent de fréquence. Il faut trois minutes pour qu'ils reviennent au type normal.

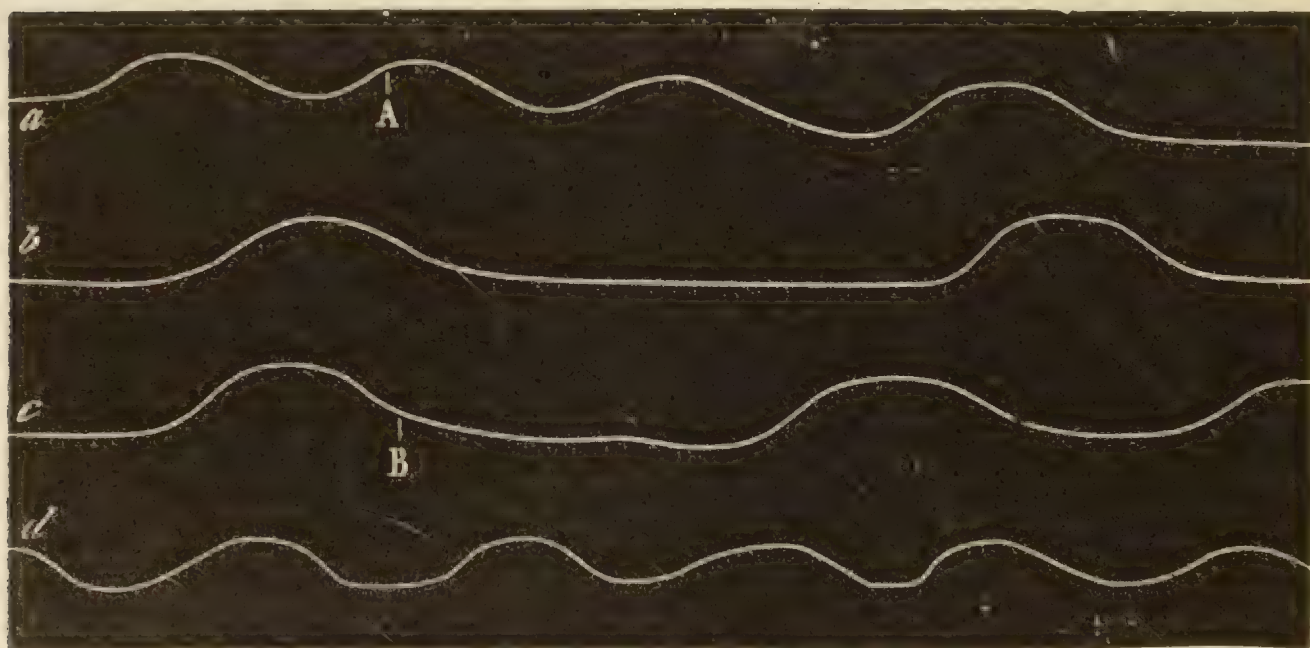


FIG. 268. — 8 interruptions par seconde sur la tortue. Les quatre lignes *a*, *b*, *c*, *d* se suivent. On électrise en A, on cesse en B. On voit nettement l'augmentation des contractions et la diminution de leur nombre.

Dans une autre observation, on électrise avec un courant fort et 16 interruptions par seconde; après une demi-minute

les pulsations sont énormes, puis elles cessent pendant un quart de minute pour reparaître à longs intervalles; on cesse, et les phénomènes se suivent comme ci-dessus. Dans cette dernière expérience, le tracé indique nettement pendant l'électrisation l'afflux du sang dans le ventricule qui précède la contraction (fig. 268).

Résumé des expériences précédentes

Les expériences précédentes démontrent d'une manière très nette que *le nombre et la rapidité des intermittences* des courants électriques ont, sur le pneumogastrique, une influence remarquable, et que *cette influence est bien plus importante* que celle qui résulte des variations d'intensité.

I. — L'excitation électrique du pneumogastrique détermine un abaissement de tension, et en même temps les pulsations deviennent plus rares et plus grandes. L'abaissement de la tension et la diminution du nombre de pulsations est d'autant plus considérable que l'on augmente le nombre des intermittences. Il y a, entre ces deux termes, une relation directe qui existe dans toutes les conditions et chez tous les animaux.

II. — Dans quelques cas, lorsque l'intensité du courant est très faible, et que l'on ne dépasse pas 4 intermittences par seconde, il y a, au premier moment, abaissement de la tension; puis une légère élévation qui est due à une plus grande ampleur de pulsations.

III. — Lorsqu'on emploie un courant à intermittences rapides, la tension descend d'abord de plusieurs centimètres; puis, au bout de dix à quinze secondes d'électrisation, elle remonte par de grandes pulsations, mais en restant toujours

de quelques centimètres au-dessous du niveau primitif.

IV. — Après la cessation de l'électrisation, la tension remonte au-dessus du niveau primitif.

V. — Il faut 15 à 20 intermittences par seconde pour arrêter le cœur d'un chien dans les conditions ordinaires : plus l'animal est affaibli, moins il faut d'intermittences pour obtenir l'arrêt du cœur.

VI. — Chez un animal à sang chaud, quels que soient l'intensité du courant et le nombre d'intermittences, on n'obtient jamais l'arrêt du cœur pendant plus de quinze à trente secondes. Après ce temps d'arrêt, il survient, malgré la continuation de l'excitation, des contractions rares, il est vrai, mais fortes, et dont le nombre augmente progressivement.

VII. — Après la cessation de l'excitation du pneumogastrique, les contractions du cœur reprennent leur état normal.

VIII. — Le nombre des oscillations nécessaires pour amener l'arrêt du cœur varie beaucoup d'un animal à l'autre. Tandis que 15 à 20 intermittences par seconde sont nécessaires pour arrêter le cœur d'un animal à sang chaud, 2 ou 3 sont suffisantes pour un animal à sang froid, surtout en état d'hibernation.

IX. — Il s'écoule toujours un intervalle plus ou moins long entre l'excitation du pneumogastrique et une modification quelconque des battements du cœur. Cet intervalle, qui est assez court chez les animaux à sang chaud (1 à 2 secondes), peut durer une demi-minute sur les animaux à sang froid, surtout lorsqu'ils sont en état d'hibernation.

Si l'on examine les graphiques pris sur la tortue, la grenouille ou la couleuvre, on remarque les détails suivants, qui sont moins apparents chez les animaux supérieurs : en excitant le cœur avec des intermittences assez éloignées

de manière à ne point l'arrêter complètement, on voit peu à peu et très lentement les mouvements se modifier et leur amplitude augmenter. Dans le graphique de la tortue, au bout d'une minute d'excitation, il y a à peine quelques modifications; après deux minutes, les mouvements ont presque doublé d'amplitude; ils sont triples et quadruples après la troisième et quatrième minute, en même temps qu'ils sont plus rares.

En cessant alors les excitations du pneumogastrique, les mouvements continuent quelque temps à avoir les mêmes caractères que pendant l'électrisation; ils ne reviennent à leur type ordinaire que progressivement, de sorte que l'état normal ne reparaît qu'àprès quatre ou cinq minutes de repos.

X. — Les excitations du pneumogastrique, lorsqu'elles sont produites par des courants provenant directement de la pile au lieu de courants induits, donnent les résultats suivants :

Lorsque les intermittences sont nombreuses, on obtient les mêmes phénomènes, mais un peu moins prononcés qu'en employant les courants induits;

Lorsque les intermittences sont plus rares, les battements après l'électrisation restent un peu plus forts qu'avant l'électrisation;

Lorsque le courant de la pile est appliqué d'une manière continue, les pulsations, un instant arrêtées, reparaissent bientôt avec leur type normal, puis elles décroissent peu à peu et finissent par être très faibles, sans augmenter de fréquence.

Conséquences et conclusions des expériences précédentes.

Nous ne voulons pas donner ici une théorie complète sur la physiologie des nerfs pneumogastriques. Cependant,

parmi toutes les théories, la plus répandue et la plus acceptée est celle qui admet que le pneumogastrique est un nerf d'arrêt.

Lorsqu'on ne veut exprimer par cette expression qu'un fait, évidemment ce fait est vrai, et il n'y a pas d'objection à faire, mais pour beaucoup de physiologistes et de médecins, il existe de vrais nerfs d'arrêt dont le pneumogastrique est le type le plus remarquable. Nous croyons que les faits que nous avons observés sont contraires surtout à cette théorie. Nous ne voulons pas mettre ici en cause la théorie de M. Brown-Séquard, cela nous entraînerait trop loin, et nous en avons déjà parlé à propos des nerfs dilatateurs. Nous sommes, dans tous les cas, partisans de la théorie de M. Brown-Séquard, mais nous avons surtout voulu montrer à propos de l'électrisation d'un pneumogastrique, que ce nerf n'est pas un nerf d'arrêt.

D'abord le pneumogastrique n'arrête le cœur que dans certaines conditions toutes spéciales : il faut qu'il soit influencé par une série d'excitations qui dépassent, pour un animal à sang chaud, 15 excitations par seconde ; et même, dans ces cas, le cœur ne reste complètement arrêté que quelques secondes.

Il est vrai que toute excitation du pneumogastrique ralentit le cœur, mais ce qui nous paraît important au point de vue théorique, c'est que ce ralentissement dépend plus du nombre d'excitations que de leur intensité, et par conséquent il y a là un phénomène qui ne dépend nullement du nerf conducteur, mais bien des organes dans lesquels il se rend.

De plus, si la fonction du nerf était d'arrêter le cœur, dès le début de l'excitation il devrait provoquer une action presque immédiate. L'intervalle relativement énorme qui sépare l'excitation du pneumogastrique du changement des

contractions du cœur, indique bien qu'il faut avant tout qu'il se passe une modification spéciale dans des organes intermédiaires, que tout le monde sait être les ganglions du cœur.

En outre, dans le cas où le cœur ne s'arrête pas, mais se contracte moins souvent, les battements se modifient progressivement et non brusquement, et s'ils sont plus rares, ils sont aussi plus forts.

Enfin, on remarque que cette prétendue fonction d'arrêt s'exercerait d'autant mieux que l'animal a moins d'activité vitale, ou sur le même animal, lorsqu'il est plus épuisé.

M. Vulpian, à la Société de biologie, nous a fait une objection très sérieuse, lorsque nous avons fait valoir cet argument; il nous a fait observer que chez les individus affaiblis, il n'est pas rare de voir l'activité des nerfs surexcitée; mais nous ne croyons pas que ce fait puisse être invoqué dans l'excitation du pneumogastrique.

En effet, lorsqu'un animal est affaibli par une hémorrhagie par exemple, les actions réflexes sont souvent plus fortes et l'excitabilité des nerfs périphériques plus grande, c'est-à-dire qu'il faut une excitation moins intense pour déterminer le fonctionnement des nerfs. Mais dans nos expériences, il ne s'agit nullement de l'intensité du courant, mais bien du nombre d'intermittences, et c'est là un point capital à considérer quand il s'agit de mouvements rhythmiques.

D'ailleurs peut-on dire que les nerfs, chez un animal à sang froid, sont plus excitables que chez des animaux à sang chaud? Non, certes; et cependant c'est chez ceux-ci que la prétendue fonction d'arrêt serait la plus développée, et que le pneumogastrique serait le plus excitable.

Dans nos expériences sur des animaux à sang chaud, la respiration artificielle, l'ouverture du thorax, les hémorrhagies rapprochaient de plus en plus l'animal des animaux

à sang froid, et lui enlevaient graduellement de sa vitalité.

Nous pouvons donc conclure de nos expériences, que plus un animal a de force et de vitalité, plus il est difficile d'arrêter le cœur en excitant le pneumogastrique, et que la prétendue fonction d'arrêt de ce nerf, loin d'être en rapport avec les autres énergies vitales, est au contraire en sens inverse.

On peut donc conclure de tous ces faits, que l'*arrêt du cœur par l'excitation du nerf pneumogastrique n'est pas le résultat de la fonction de ce nerf.*

En rapprochant les phénomènes qui se passent pour le cœur, de ceux qui se passent dans les actions réflexes de la moelle, on peut considérer les ganglions cardiaques comme une portion détachée de la moelle épinière, et les filets du pneumogastrique comme analogues aux nerfs qui font communiquer les cellules nerveuses de la moelle les unes avec les autres. Si l'on sectionne ces nerfs ou si l'on coupe le pneumogastrique, les cellules nerveuses, situées au-dessous de la section, seront douées d'une plus grande énergie réflexe; que l'on excite, au contraire, les parties supérieures de l'axe nerveux ou le pneumogastrique, il y aura arrêt ou ralentissement des mouvements réflexes.

Nous savons bien que l'on a également admis, dans la partie supérieure de la moelle et dans l'encéphale, des *centres modérateurs*, mais outre qu'il est difficile d'expliquer comment ceux-ci agiraient, il faudrait encore admettre, comme l'a prouvé M. Vulpian, que tout segment supérieur de la moelle est centre modérateur pour le segment immédiatement inférieur.

Ce qui est certain, c'est que les actions réflexes sont diminuées et même empêchées par l'influence des parties supérieures de la moelle; mais peut-on dire pour cela que la

fonction de ces portions supérieures soit d'être des centres d'arrêt pour les régions médullaires inférieures? Les phénomènes ne sont dus qu'à une dépendance mutuelle des différentes parties des centres nerveux et à une solidarité fonctionnelle. Les parties supérieures de la moelle, aussi longtemps qu'elles sont reliées avec les parties inférieures, exercent sur celles-ci une action dominante, de telle façon que celles-ci ne peuvent entrer en activité sans que les parties supérieures y entrent également. De plus, toute excitation vive des régions supérieures de la moelle empêche les actions réflexes locales des régions inférieures.

L'un de nous a insisté sur cette dépendance des différents centres nerveux[1]. A mesure qu'on laisse une portion plus considérable de la moelle, et surtout lorsqu'on n'enlève que les lobes cérébraux, l'influence des excitations devient de moins en moins locale, les réflexes se coordonnent, et les excitations limitées tendent à disparaître.

Les portions supérieures de la moelle et de l'encéphale agissent donc surtout en régularisant et en coordonnant les mouvements partiels et secondaires. Ils servent à mettre en relation les différents groupes et à établir entre eux une certaine dépendance fonctionnelle.

Ne serait-ce point des actions de ce genre que l'encéphale exercerait sur les ganglions du cœur par l'intermédiaire du pneumogastrique, et celui-ci ne servirait-il pas à régler et à coordonner les activités des ganglions du cœur, et à transmettre l'excitation fonctionnelle?

En somme, il faut, avant tout, tenir compte de ce fait qui nous paraît hors de contestation : c'est qu'il y a, dans

1. *Recherches expérimentales sur les phénomènes consécutifs à l'ablation du cerveau et sur les mouvements de rotation*, in *Journal d'anatomie et de physiologie* et *Revue des cours scientifiques*, 1872.

le système excito-moteur du cœur, un état régulier et coordonné ; comme dans tous les systèmes il y a un état d'équilibre rhythmique entre la fonction d'un organe et celle des autres organes voisins, relation troublée dès qu'il survient des excitations plus fréquentes que celles qui ont lieu normalement. C'est pour cela que, contrairement à ce que l'on observe sur d'autres nerfs, le nombre d'excitations en un temps donné a plus d'action que l'intensité de l'excitation.

Mais alors, comment et pourquoi l'excitation du bout inférieur du pneumogastrique parvient-elle à arrêter les mouvements du cœur, ou du moins à les ralentir ?

Remarquons, tout d'abord, qu'il est impossible de comparer l'action du nerf pneumogastrique à celle d'autres nerfs conducteurs. En effet, il se rend aux ganglions du cœur, c'est-à-dire à un système presque indépendant et jouissant d'une grande autonomie. De plus, ce système est animé d'*une fonction rhythmique;* or, toute fonction rhythmique demande un temps de repos, aucun organe ne pouvant être constamment en activité, et de plus, en étudiant tous les phénomènes rhythmiques ordinaires, on remarque qu'ils ont certains caractères communs que l'on peut résumer ainsi :

1° Les mouvements sont d'autant plus rapides et plus rapprochés que la source d'activité est plus grande et que les résistances à vaincre sont plus faibles ;

2° Étant donnée la même source d'activité, les mouvements seront, comme fréquence, en raison inverse des résistances et comme énergie en raison directe de ces résistances.

Supposons un dégagement constant de gaz au-dessous d'une masse d'eau. Le gaz arrivera à la surface en formant une série de bulles. Si la masse d'eau est petite et l'eau pure, les bulles seront très petites et se succéderont rapidement.

Si, au contraire, la masse d'eau est considérable, et si, de plus, l'eau est épaissie par une substance quelconque, de la gomme par exemple, le dégagement du gaz se fera par une série de bulles très grosses et beaucoup plus rares; et plus la masse d'eau offrira de résistance, plus les bulles seront grandes, et en même temps plus elles seront rares. Il se forme toujours, dans ces cas, un mouvement rhythmique très régulier; mais dès qu'une cause extérieure vient modifier une des conditions, aussitôt le rhythme est profondément changé.

L'exemple le plus frappant de ces relations entre le dégagement d'une force continue et les conditions de résistance nous est offert par la machine électrique ordinaire. Lorsqu'on tourne le plateau d'une façon régulière, il y a constamment la même quantité d'électricité engendrée, et les étincelles qui jaillissent entre les deux pointes varient seulement en fréquence et en intensité, selon la distance qui les sépare. Si la distance, c'est-à-dire la résistance extérieure est faible, les étincelles se succèdent rapidement, mais elles sont petites; elles augmentent au contraire en force et diminuent en nombre, à mesure que la distance augmente, quoiqu'elles se dégagent toujours d'une façon rhythmique.

N'avons-nous pas alors les mêmes phénomènes que nous avons observés pour le cœur? A la suite de l'excitation du pneumogastrique, les contractions sont d'autant plus fortes qu'elles sont plus rares, et plus elles sont petites, plus elles sont fréquentes[1].

1. Chez les personnes sur lesquelles on observe des intermittences du pouls, la pulsation qui succède à un temps de repos est toujours plus forte que les autres, et ce phénomène pathologique est complètement d'accord avec les expériences que nous avons relatées.

Pour le cœur, la source d'activité peut changer selon différentes conditions qui se résument toutes dans la vitalité plus ou moins grande des ganglions cardiaques. Plus la circulation sera active, plus ces ganglions pourront agir; plus l'animal sera vigoureux et robuste, plus le mouvement rhythmique pourra se maintenir malgré les troubles survenus par des causes extérieures.

En effet, les autres conditions restant les mêmes, le mouvement sera d'autant moins modifié que la source d'activité pourra être plus active. Ainsi, dans notre comparaison avec la machine électrique, les différences de nombre et d'intensité des étincelles seront bien moins sensibles en modifiant les résistances extérieures, si nous pouvons en même temps augmenter la quantité d'électricité qui est dégagée par le mouvement du plateau de verre. Réciproquement, si la source d'électricité est moins active, les changements extérieurs auront bien plus d'influence.

N'est-ce pas aussi parce que, chez les animaux affaiblis et épuisés, les cellules ganglionnaires cardiaques ne peuvent pas se nourrir aussi rapidement et rétablir leur usure fonctionnelle, que l'on arrête le cœur plus facilement? N'est-ce pas la même cause qui explique la facilité des syncopes chez les gens affaiblis ou sur les animaux soumis au jeûne? C'est encore la même raison qui nous fait comprendre pourquoi il faut des excitations moins nombreuses chez les animaux à sang froid pour influencer les mouvements du cœur.

Évidemment on ne peut pas comparer d'une manière absolue les mouvements sympathiques vitaux avec les mouvements sympathiques mécaniques; mais néanmoins il y a des lois générales qui s'appliquent aussi bien aux phénomènes rhythmiques des activités vitales qu'aux phénomènes physiques.

Dans tous les cas, et l'importance du sujet méritait les développements dans lesquels nous sommes entrés, on ne doit pas considérer le pneumogastrique comme un nerf d'arrêt, mais comme un *nerf moteur ayant un fonctionnement particulier.*

Ce qui est vrai pour le pneumogastrique est vrai pour le cœur considéré comme muscle, et nous pouvons rapprocher des expériences que nous avons faites sur le pneumogastrique, les recherches que M. Marey a faites sur le muscle cardiaque (*Recherches sur les excitations électriques du cœur*, 1877), et dans lesquelles il a montré qu'il y avait une grande analogie entre le cœur et les autres muscles. En effet, le cœur se comporte comme les autres muscles et cela devient évident lorsqu'à l'exemple de M. Marey on assimile la série des systoles que le cœur exécute sans cesse, à la série de secousses que produit un muscle contracté : toute la différence consiste dans la durée des secousses du cœur qui dépasse de beaucoup celle des muscles soumis à la volonté, et dans l'intervalle considérable qui sépare deux secousses consécutives du cœur.

Influence de l'électricité sur les affections du cœur

La conclusion pratique de cette étude physiologique est qu'on peut traiter le pneumogastrique et le cœur comme les autres organes musculaires et nerveux. Il suffit de se rappeler lorsqu'on porte une excitation électrique sur le pneumogastrique ou sur le cœur, que le rhythme de l'excitation est la condition importante dont il faut tenir compte.

Nous avons eu bien souvent l'occasion d'électriser le

pneumogastrique et jamais nous n'avons eu le moindre accident. Mais aussi jamais nous ne faisions plus d'une excitation par seconde avec les courants induits, ou bien en employant les courants continus nous avions bien soin qu'il n'y eût aucune interruption brusque.

Dans ces conditions on n'a plus à craindre des accidents comme ceux dont parle Duchenne, quand il dit :

« La faradisation du pneumogastrique et du laryngé supérieur est extrêmement dangereuse, car elle peut produire, à une dose même faible, l'arrêt du cœur et de la respiration. » Ailleurs, Duchenne ajoute encore : « La faradisation du pneumogastrique n'est pas toujours sans danger. Voici un accident qui m'est arrivé et qui servira d'enseignement à l'expérimentateur. Promenant un rhéophore sur la partie latérale et supérieure du pharynx, sous l'action d'un courant rapide, bien que très modéré, le malade tomba subitement en syncope; revenu à lui, il dit qu'il avait éprouvé une sorte d'étouffement et de sensation indéfinissable. »

Ces craintes de Duchenne pouvaient être exactes avec les appareils ordinaires, et nous ferons remarquer qu'il se servait d'un courant rapide tandis que cela n'aurait pas eu lieu avec un courant à intermittences rares.

Nous avons eu l'occasion de faire l'électrisation du pneumogastrique non seulement chez des personnes vigoureuses, mais dans la paralysie pathologique du nerf pneumogastrique, nous avons vu des malades éprouver pendant quelque temps après l'électrisation un vrai soulagement, et le docteur Huchard a publié des observations très concluantes sous ce rapport. Chez deux de ces malades, et en présence des professeurs Peter et Potain, nous avons appliqué les courants électriques directement sur le pneumogastrique, et loin d'avoir le moindre accident, comme

on aurait pu le craindre, cette application a été suivie pendant plusieurs jours d'un amendement considérable dans les symptômes cardiaques et pulmonaires.

Dans les cas de goître exophtalmique, nous agissons constamment sur le pneumogastrique et nous n'avons jamais déterminé le moindre accident du côté du cœur, ni de la respiration.

— Depuis longtemps le Dr Duroziez a insisté en France sur les avantages que l'on pourrait retirer de l'électrisation des régions précordiales dans certaines affections du cœur.

« Je pense, dit-il, qu'on peut électriser le cœur comme tout autre muscle ; mais le cœur ne se laisse pas influencer de la même manière que les muscles de la vie animale.

» Je place une des armatures à la pointe et à l'autre, à l'endroit où les deux poumons se séparent pour laisser le cœur affleurer. Dans un certain nombre de cas, je remarque un effet produit. On me dira que c'est une action réflexe. J'agis sur un muscle profond, pourquoi n'agirais-je pas sur le cœur?

» J'ai observé une femme de vingt-sept ans, atteinte d'abord d'étourdissement, de deux syncopes, puis de paralysie et d'aliénation passagères. Lorsque je l'examinai, le premier claquement ne s'entendait pas sous le sternum, et je ne pouvais produire aucun souffle par la compression de la crurale. L'électrisation pratiquée comme je l'ai indiqué, ramenait le premier claquement et le souffle pour un temps d'autant plus long, que nous avancions dans le nombre des séances.

» Cette femme présentait, suivant nous, un cas de dégénérescence graisseuse du cœur.

» Dans un autre cas, au contraire, l'électrisation rendait le pouls plus filiforme qu'il n'était, il fallait interrompre

l'expérience; le cœur était comme tétanisé. Ici, le plus faible courant produisait des accidents. Dans le premier cas, il fallait employer les plus forts courants de l'appareil de Legendre.

» Dans un troisième cas, où nous notions un étouffement considérable, des irrégularités nombreuses, la faiblesse des battements du cœur et l'absence des claquements, l'électrisation diminua le volume du cœur d'une manière manifeste, et permit de produire, par la compression, un souffle dans la crurale droite et un double souffle intermittent dans la crurale gauche.

» L'électrisation du cœur, ainsi que nous l'avons pratiquée, ne présente aucun danger ; elle ne peut pas tuer, ainsi que pourrait le faire l'électrisation du pneumogastrique, pratiquée dans le pharynx; elle peut troubler le cœur, mais le pouls nous fait immédiatement toucher du doigt le danger et nous arrête.

» L'électrisation peut être utile dans la syncope, dans la congestion des cavités cardiaques, dans l'asystolie, enfin dans la dégénérescence graisseuse du cœur. »

En Allemagne, Fliess[1] a employé les courants continus dans des cas d'affections cardiaques; sur vingt-quatre cas, dix-neuf ne présentaient aucune affection organique bien caractérisée, tandis qu'elle était évidente dans les cinq autres cas. Il a toujours observé un résultat favorable, mais surtout dans les cas où l'affection organique manquait, et très souvent la guérison avait lieu après cinq ou six séances. Il employait un courant très faible, qu'il appliquait pendant près de deux minutes sur le nerf pneumogastrique. *Les résultats étaient plus avantageux avec un courant descen-*

1. *Berliner klinische Woschenschrift,* 1865, n° 26.

dant qu'avec un courant ascendant. Après l'électrisation, le malade ressentait presque aussitôt une amélioration relative très notable; cette amélioration dans les premières séances ne durait que quelques heures, mais elle devenait permanente après un plus grand nombre de séances. Dans les cas d'affections organiques, la guérison n'était jamais complète; mais le malade éprouvait un soulagement très notable, la respiration devenait moins fréquente et moins haletante, et les battements du cœur plus réguliers.

Munk rapporte également un cas d'affection cardiaque qui fut grandement amélioré par les courants continus.

Enfin, dans l'angine de poitrine, nous avons obtenu un soulagement très rapide en employant le procédé de Duchenne. On applique pendant l'accès, sur le mamelon, l'extrémité de deux fils métalliques excitateurs qui communiquent avec les conducteurs d'un appareil d'induction, gradué au maximum. La douleur est très grande et, avec cette douleur artificielle, la douleur de l'angine et les autres phénomènes de l'accès disparaissent complètement.

Quelques électrisations cutanées, pratiquées à des intervalles assez éloignés sur les points douloureux, amènent une atténuation complète de cette affection.

CHAPITRE IX

DE L'EMPLOI DE L'ÉLECTRICITÉ POUR CONSTATER LA MORT RÉELLE OU APPARENTE

Le meilleur moyen pour constater la mort réelle est d'examiner les modifications de l'excitabilité des nerfs et des muscles. Ceux-ci, en effet, après la mort des nerfs, perdent peu à peu leur excitabilité. Mais ces phénomènes passent par des phases successives, qui permettent non seulement de constater la mort réelle et même l'époque de la mort; mais, de plus, elles peuvent servir à rappeler à la vie dans les cas où la mort ne serait pas réelle. Nous commencerons par les modifications du tissu nerveux, car elles sont les moins compliquées, et ce sont celles qui se produisent en premier lieu.

Système nerveux. — Sur les centres nerveux, la perte des fonctions est instantanée, et cela, aussi bien pour les animaux morts lentement, que pour ceux qui meurent brusquement; pour les animaux qu'on tue à l'abattoir, comme pour l'homme décapité, la mort du cerveau est instantanée. Certes, il y a encore des mouvements dans la face et des modifications de la pupille, mais ce sont là des actions purement réflexes, et on ne peut expliquer que, par l'amour du merveilleux, l'opinion de certaines personnes, et même de quelques médecins, qui veulent que le cerveau conserve quelque temps encore après la décollation l'intégrité de ses fonctions et l'exercice de la pensée. Ce moment,

« cet instant terrible », peut être analysé et exploité par des romanciers; mais tout homme qui a su apprécier combien le moindre arrêt de la circulation cérébrale annihile instantanément les fonctions cérébrales sera convaincu qu'un traumatisme tel que la décollation suspend absolument et dès le premier instant tous les actes cérébraux. D'ailleurs, les personnes qui, accidentellement, ont eu une syncope, ou qui, pour une cause quelconque, ont éprouvé un arrêt de la circulation cérébrale avec perte de connaissance, alors même que les phénomènes étaient peu graves, et qu'en somme la vie existait réelle et intacte, ces personnes, dis-je, rapportent parfaitement que pendant ces instants elles n'ont aucune impression ni aucune sensation. A plus forte raison le décapité ne conserve-t-il aucunement l'intégrité de la pensée.

Pour savoir si le cerveau reprendrait plus ou moins facilement ses fonctions, après une mort violente, il faudrait absolument pouvoir faire revenir un sang oxygéné dans les artères cérébrales. Pour les animaux cela est facile : on connaît la célèbre expérience de Brown-Sequard. Il n'y a pas de physiologiste qui n'ait ramené, laissé éteindre, puis ramené momentanément la respiration artificielle. Au moment de l'opération, l'œil est éteint, la respiration suspendue; puis, dès que l'insufflation commence, la vie reparaît dans tous les organes, cesse de nouveau si l'on cesse les insufflations d'air, et reparaît dès qu'on les recommence.

Un noyé, un asphyxié qu'on ramène après plusieurs minutes à la vie est de fait un ressuscité; il avait pour ainsi dire cessé de vivre, puisqu'en somme la mort est la suspension des actes vitaux, et que tous ceux-ci étaient éteints et n'avaient plus que la *possibilité* d'être remis en activité.

Chez le supplicié, on pourrait évidemment ramener au moyen de la circulation artificielle les fonctions cérébrales. Nous avons essayé deux fois, chez des suppliciés, avec du sang de mammifères, de faire cette expérience; mais en dehors de la difficulté causée par le manuel opératoire, il y a, pour les décapités, une impossibilité absolue pour que l'expérience réussisse; l'air, en effet, pénètre aussitôt dans tous les vaisseaux sanguins, et des petites bulles d'air remplissent les extrémités des capillaires, de manière à intercepter toute circulation, même avec les pressions les plus fortes. Ces expériences ont été tentées plus récemment par M. Laborde, mais elles n'ont rien démontré, au moins au point de vue où nous nous plaçons. Elles ne pourront jamais réussir en France, à moins que l'on ne modifie le genre de supplice pour les condamnés à mort. Elles devraient au contraire être tentées, et elles seraient faciles à faire dans les pays où l'on emploie la strangulation.

Les phénomènes du côté de la pupille sont ceux qui sont les plus faciles à observer; trois secondes après la décollation les pupilles sont contractées, mais vingt secondes après, elles commencent à se dilater, et la dilatation est complète en deux minutes environ.

Dans tous les cas, les fonctions vitales s'éteignent rapidement pour la masse cérébrale, tandis qu'elles persistent un peu plus longtemps pour la moelle. Chez un animal à sang chaud (il est évident que nous ne parlons ici que de ceux-là), immédiatement après la mort, on obtient des contractions manifestes en excitant la moelle soit par des excitants mécaniques, soit par des excitants électriques ou chimiques.

La substance grise de la moelle perd son excitabilité avant la substance blanche, ce qui concorde avec la plus

grande persistance d'excitabilité pour les nerfs proprement dits.

Chez quatre suppliciés que nous avons eu l'occasion d'examiner deux à trois heures après la mort, nous n'avons plus trouvé à ce moment d'excitabilité de la moelle, et même les gros tissus nerveux avaient perdu leur excitabilité, tandis qu'elle persistait encore pour les filets terminaux. La disparition de l'excitabilité ne suit pas un ordre régulièrement topographique, c'est-à-dire qu'il n'est point exact, comme on l'a dit, que l'excitabilité disparaît du centre à la périphérie d'une façon identique pour tous les points du corps. Cela est à peine vrai d'une façon générale, et ici nous retrouvons une des lois de l'organisme, qu'il est important de noter et sur laquelle en pathologie nous avons plusieurs fois insisté.

Les nerfs d'un même membre, après la mort, perdent toujours leur excitabilité dans l'ordre suivant : en premier lieu, les gros troncs, puis les filets nerveux qui se rendent aux muscles extenseurs, enfin les filets des muscles fléchisseurs. Les premiers cessent d'être excitables deux heures environ après la mort, tandis que les nerfs qui se rendent aux muscles fléchisseurs conservent leur excitabilité souvent quatre heures plus longtemps que les autres. Comme nous le disions plus haut, ces phénomènes se rapprochent de ceux qui ont lieu presque constamment en pathologie. En effet, dans une lésion traumatique d'un plexus ou dans une cause d'affaiblissement général, ce sont les nerfs des muscles extenseurs qui sont paralysés les premiers et le plus complètement. Dans les névrites à la suite d'une luxation de l'épaule, ou dans celles qui succèdent à une contusion, ce sont toujours les filets du nerf radial qui sont atteints les premiers. Il en sera de même

pour les paralysies qui proviennent d'un état général, tel que l'empoisonnement par le plomb, le phosphore, etc.

Dans les membres inférieurs la même chose a lieu, et ce sont les filets nerveux (les nerfs péroniers), qui correspondent pour ainsi dire au nerf radial, qui sont atteints les premiers, soit dans les névrites traumatiques du plexus sacré, soit enfin dans les paralysies rhumatismales. Lorsque par suite de faiblesse générale, de lymphatisme, d'anémie, etc., il résulte une diminution d'innervation dans les membres inférieurs, ce sont encore ces mêmes nerfs qui sont les premiers atteints et dont l'affaiblissement occasionne le léger pied bot varus, très commun chez les enfants affaiblis ou qui ont grandi trop rapidement. Eh bien ! chez les suppliciés, nous avons constaté que ce sont ces mêmes nerfs qui perdent leur excitabilité, bien avant les filets nerveux du nerf tibial.

Mais de tous les nerfs, ceux qui conservent le plus longtemps leur excitabilité, ce sont les nerfs du système ganglionnaire. Seulement, pour pouvoir bien juger de cette excitabilité, il faudrait que les organes tubulaires qui sont sous la dépendance du grand sympathique restassent remplis des substances qui normalement y sont contenues, telles que le sang pour les vaisseaux, l'urine pour la vessie, etc., car, comme nous l'avons observé pour ces organes, leur fonctionnement est impossible ou du moins très difficile à déterminer lorsqu'ils sont vides. Cependant, pour le cœur par exemple, l'excitabilité des ganglions peut être perçue plusieurs heures après la mort, et Nysten, déjà, avait observé que tandis que l'excitabilité disparaissait : pour le ventricule gauche, trente minutes après la mort, — pour l'intestin et le ventricule droit, une heure après la mort, — elle persistait seize heures pour l'oreillette droite. Nysten se trompe

pour l'intestin, car nous avons vu l'intestin se contracter cinq à six heures après la mort, et le docteur Lamarre (de Honfleur) nous a assuré que chez deux suppliciés jeunes et vigoureux, les mouvements vermiculaires de l'intestin existaient encore plus de dix heures après la mort. Pour l'oreillette, les expériences faites par Ch. Robin sur un grand nombre de suppliciés (*Journal de l'Anat. et de la Phys.*) montrent que plusieurs heures après la mort, on peut non seulement obtenir la contraction de l'oreillette droite, mais un vrai battement rythmique. Le moyen le plus sûr pour réveiller ce fonctionnement est de distendre les parois par un contenu, tel que de l'air que l'on y introduit directement par insufflation. Il faut se garder cependant de distendre trop fortement les parois de l'oreillette, car alors le cœur s'arrête pour toujours.

Système musculaire. — Les phénomènes les plus importants qui apparaissent après la mort ont lieu du côté des masses musculaires, et ils permettent même de préciser non seulement que la mort est réelle, mais encore l'époque à laquelle elle remonte.

Immédiatement après la mort, l'excitabilité musculaire est, pendant quelques minutes, plus grande que sur le vivant. Mais ce phénomène est excessivement transitoire.

La perte de la contractilité après la mort arrive plus ou moins vite, selon les circonstances qui l'ont précédée. Si l'agonie a été longue, si la maladie a épuisé le système musculaire, les muscles perdent rapidement leur contractilité.

Il en sera de même, si une mort subite arrive après une fatigue prolongée, et l'on peut dire, d'une façon générale, que la perte de contractilité apparaît d'autant plus vite que les muscles auront subi une dénutrition plus considérable.

Ce qui concorde avec ces faits chez l'homme, ce sont ceux

qu'on observe selon l'espèce animale ; ainsi, chez les oiseaux, la contractilité disparaît rapidement, chez les mammifères elle dure un peu plus longtemps, mais chez les grenouilles, chez les tortues, les couleuvres, elle se manifeste encore vingt heures après la mort. Chez ces derniers animaux l'état d'hibernation influe beaucoup : sur une tortue tuée pendant l'hiver, nous avons vu le cœur battre pendant deux jours, et l'excitabilité musculaire durer huit jours ; les muscles mis à nu étaient décomposés et remplis de vibrions, tandis que les muscles profonds se contractaient encore.

En ne tenant compte que de ce qui se passe chez l'homme, on peut dire d'une façon générale que la contractilité se perd au bout de trois à cinq heures, selon les circonstances qui ont accompagné la mort, circonstances qui dépendent et de l'individu, comme nous l'avons dit plus haut, et des causes extérieures, telles que la température et le degré de sécheresse de l'air.

Nous allons prendre pour phénomènes typiques ceux que nous avons observés chez des suppliciés, car dans ces cas les organes étaient à l'état normal, et ce qui est vrai, dans ces conditions, représente évidemment le *maximum* de ce qu'on peut obtenir comme réactions vitales après la mort.

La perte de la contractilité ne se produit pas également pour tous les muscles, et, d'un autre côté, il est important de n'entendre, pour le moment, par contractilité, que la contractilité que l'on détermine par les courants induits.

Pour les courants provenant directement de la pile, ou courants continus, et pour les excitants mécaniques et chimiques, la contractilité persiste plus longtemps et prend des caractères particuliers sur lesquels nous aurons à revenir. Pour les courants induits, de quelque nature qu'ils soient, aussi bien pour ceux qui proviennent des appareils voltafara-

diques que pour ceux qui sont fournis par les appareils faradovoltaïques, la contractilité se perd en premier lieu pour les muscles de la langue et pour ceux de la face, excepté pour le masseter, qui conserve sa contractilité presque aussi longtemps que les muscles extenseurs de l'avant-bras. D'après des recherches de MM. Sappey et Dassy, le muscle orbiculaire des paupières conserve son excitabilité beaucoup plus longtemps que les autres muscles de la face, et même que la plupart des muscles de l'économie. Ce serait d'ailleurs une propriété générale de tous les sphincters.

La perte de la contractilité pour les muscles des membres débute par les muscles extenseurs ; ceux-ci cessent d'être contractiles une heure et même plus avant les muscles fléchisseurs. Il n'y a pas de différence appréciable entre les muscles des membres supérieurs et ceux des membres inférieurs.

Les muscles du tronc sont ceux qui conservent leur contractilité le plus longtemps ; cinq à six heures après la mort, et, par conséquent, près de quatre heures après les muscles de la face, et près de deux heures après les muscles extenseurs des membres, les muscles intercostaux et surtout les muscles de l'abdomen sont encore contractiles.

Nous avons vu plus haut que les nerfs périphériques, qui perdent les premiers leur excitabilité, sont également ceux qui sont le plus facilement influencés, pendant la vie, par les causes pathologiques. Pour les muscles, la même loi existe : car, dans les affections qui portent sur le système musculaire, ce sont les muscles du tronc et de l'abdomen, qui sont toujours les moins atteints et les derniers malades. L'atrophie dans un grand nombre d'affections a lieu en premier lieu pour les muscles des membres, et parmi ceux-ci pour les muscles extenseurs, et elle n'envahit que difficile-

ment les muscles du tronc. Il y a donc, pour ces muscles, une force de résistance aux causes de dénutrition qui est constante et qui se retrouve aussi bien pendant la vie que dans les premières heures qui suivent la mort.

Modifications dans la forme de la contractilité. — En même temps que la contractilité farado-musculaire diminue ou se perd, la forme de la contraction se modifie et l'on retrouve sur le cadavre les réactions idio-musculaires ou de dégénérescence. Tandis qu'immédiatement après la mort, la contraction est brusque et rapide, elle devient peu à peu plus lente et prend les caractères de la contraction des fibres lisses ou du protoplasma.

Chez le vivant, dans ces cas pathologiques, la contraction avec les courants continus paraît même quelquefois plus énergique que sur les muscles sains ; mais, sur le cadavre, cette différence n'existe pas, et cependant, ce qui est frappant, c'est la faible intensité de courant qui est nécessaire pour amener une contraction, alors que les courants induits même très forts n'ont qu'une action insignifiante ou nulle.

Une autre modification de la contraction, dans ces cas, c'est que la fibre musculaire reste contractée, ou du moins en demi-contraction, pendant tout le temps du passage du courant. A l'état normal, il n'y a de contraction qu'à la fermeture et à l'ouverture du courant, et pendant le passage continu du courant il n'y a, au moins en apparence, aucune contraction. Nous disons en apparence, parce que sur les graphiques que l'on obtient et sur tous ceux que nous avons enregistrés dans ces conditions, il y a toujours une légère élévation de la ligne ; elle ne redescend au point initial que lorsque le courant a complètement cessé de traverser les tissus. Mais cette persistance d'un léger raccourcissement n'est visible qu'avec les appareils enregistreurs, et l'on con-

çoit qu'on ait accepté comme vraie la proposition qui dit que le muscle reste dans le relâchement complet pendant le passage d'un courant continu. Mais, dans les cas pathologiques et sur le cadavre au moment où la contractilité farado-musculaire diminue, on peut très bien constater, à l'œil nu, que la fibre reste raccourcie pendant le passage du courant continu. Dans les cas de paralysie, plus l'affection est profonde, et chez le cadavre plus on s'éloigne de la contraction normale, plus ce raccourcissement persistant devient marqué.

Tous ces phénomènes ont lieu à travers la peau, car ils ne sont pas absolument identiques, lorsqu'on porte les excitants directement sur la fibre musculaire. En effet, lorsque à travers la peau on n'obtient plus de contraction avec les courants induits, on en obtient encore sur le muscle mis à nu, mais alors ce n'est pas une contraction en masse du muscle que l'on détermine, mais bien une *contraction locale*, qui est presque limitée aux points d'application des rhéophores. Ce n'est plus, croyons-nous, le courant induit qui agit comme courant électrique, mais bien comme agent mécanique : car ce fait est important à remarquer, les excitants mécaniques, en ce moment, commencent à avoir une action bien plus manifeste que lorsque la contractilité était normale. Au bout de six heures et même de huit à neuf heures après la mort (chez un décapité), les muscles qui ne répondent plus aux courants induits se contractent très bien par un choc mécanique, par une excitation avec la pointe d'un couteau, etc., et, de plus, ils se contractent relativement plus, en ce moment, par ces excitants mécaniques, que lorsque le cadavre était moins éloigné de la vie.

Ainsi on peut presque suivre la gradation suivante pour

les excitants de la contractilité : de suite après la mort, l'excitant le meilleur et le plus énergique est fourni par les courants électriques induits; à mesure que ceux-ci perdent de leur influence, les courants électriques continus ont une action plus marquée, et, à un moment même, qui est variable selon les circonstances et surtout selon les muscles que l'on examine, ils sont les seuls qui déterminent encore une contraction. Puis les excitants purement mécaniques acquièrent relativement une action bien plus considérable que les courants électriques. Ajoutons que toujours ces derniers phénomènes de contraction se font, comme nous le disions plus haut, avec les caractères de la fibre lisse ou du protoplasma.

Lorsque à travers les téguments on n'obtient plus de contraction avec les courants électriques, on parvient encore à réveiller la contractilité en appliquant directement les réophores sur la substance musculaire. Le raccourcissement de la fibre musculaire a lieu d'abord sur toute l'étendue du muscle, aussi bien aux points d'application qu'en dehors de ces mêmes points; puis, peu à peu la sphère d'action se rétrécit, et ce n'est que dans la portion comprise en ligne droite entre les deux rhéophores que la contraction a lieu. On dirait alors une lamelle de caoutchouc qu'on laisse revenir lentement sur elle-même. Ce phénomène est des plus manifestes pour les muscles longs de l'homme.

Enfin la dernière manifestation électro-musculaire que nous ayons pu constater sur l'homme, et cela neuf heures après la mort chez des suppliciés, est un soulèvement de la substance musculaire aux seuls points d'application des rhéophores. Les courants induits produisent beaucoup moins ce phénomène et n'ont pas une action plus considérable qu'une excitation mécanique locale faite avec la pointe d'un

scalpel, mais les courants continus, surtout ceux qui proviennent de piles ayant une action chimique assez intense, déterminent très nettement le soulèvement local de la masse musculaire. Ce soulèvement se fait peu à peu, et, ce qui est également remarquable, c'est qu'il persiste souvent cinq à dix minutes après qu'on a cessé l'électrisation. On dirait une substance visqueuse, et le rapprochement avec le simple protoplasma devient de plus en plus apparent à mesure que s'accentue la dénutrition de la fibre musculaire striée.

Importance de ces phénomènes pour constater la mort réelle. — La contractilité est le signe le plus manifeste de la vie et, comme nous venons de le voir, elle se modifie à mesure que les actes chimiques qui ont lieu dans les éléments musculaires s'affaiblissent et disparaissent.

Réciproquement, on peut affirmer que tout animal qui ne se contracte plus sous l'influence des excitants ordinaires dont nous avons parlé est absolument mort. Cette loi nous paraît incontestable, et nous ne comprenons pas comment, dans la discussion qui eut lieu sur ce sujet à l'Académie de médecine, des médecins, et Chauffard entre autres, ont pu citer un cas de mort apparente chez une femme trouvée ivre dans la rue, qui ne réagissait plus aux excitations électriques et qui guérit quelques heures après. D'un autre côté, le docteur Josat, dans son ouvrage sur *la Mort et ses caractères*, travail qui fut entrepris sous les auspices du gouvernement et consacré par l'Institut (1854), s'exprime ainsi : « Il est admis, même par les partisans les plus prononcés du galvanisme, que dans l'asphyxie par l'hydrogène sulfuré, par l'ammoniaque, par l'oxyde de carbone, la susceptibilité contractile des muscles sous l'influence électrique s'éteint avec une telle rapidité, qu'il est difficile de décider si la vie

ne persiste pas encore quand la contractilité musculaire a déjà cessé. Soit que la contraction ait lieu ou qu'elle manque sous l'influence galvanique, il n'y a aucune certitude de mort, et, par conséquent, il ne faut accorder aucune confiance à un moyen qui peut donner lieu à des méprises sans nombre. »

C'est en se fondant sur ce passage que M. G. Lebon affirme que l'absence de la contractilité musculaire sous l'influence de l'électricité n'est pas une preuve certaine de la mort.

Nous ne pouvons assez protester contre cette opinion, et nous ne comprenons pas qu'on ait pu soutenir que la vie puisse persister, alors que la contractilité musculaire a cessé. Aucun fait bien observé ne donne seulement l'ombre d'apparence à cette proposition, et c'est au contraire un des axiomes les plus certains de la physiologie, que la contractilité persiste toujours quelque temps après la mort, et que, lorsqu'elle a disparu, il n'y a plus aucune vie ni aucun phénomène capable de simuler la vie.

Tout au plus, peut-on dire que la perte de la contractilité, pour *certains groupes musculaires*, peut exister, alors que la vie générale n'a pas disparu. Encore faudrait-il, pour que cela fût vrai, qu'il y eût une atrophie musculaire ou une paralysie ayant duré plusieurs semaines pendant la vie, et qui, évidemment, n'aurait pu porter que sur certains groupes musculaires.

Jamais, nous l'affirmons, on ne pourra trouver la perte de la contractilité pour les muscles du tronc et de l'abdomen chez des personnes encore vivantes, et si on a pu soutenir cette proposition, c'est que les appareils employés étaient mauvais, ou bien que l'on n'a pas su explorer la contractilité.

L'examen de contractilité électro-musculaire est donc le meilleur moyen de s'assurer de la mort réelle; il permet, de plus, de savoir à combien d'heures remonte la mort. — En effet, nous avons vu que certains muscles perdent leur excitabilité avant d'autres, que la forme de la contraction change, et enfin que les excitants, selon leur provenance, agissent différemment.

Lorsque, par exemple, pour les membres, avec des courants induits on n'obtient plus de contraction sur les muscles extenseurs et qu'on en obtient encore sur les muscles fléchisseurs, on peut affirmer que la mort a eu lieu il y a quatre à cinq heures. Si, en même temps, sur la face, on obtient les contractions plus facilement avec les courants continus qu'avec les courants induits, et si la forme de la contraction est modifiée, c'est-à-dire si le raccourcissement se fait lentement, on aura une certitude de plus que la mort date de près de quatre heures. C'est d'ailleurs ce que nous avons pu affirmer dans un cas où, sans savoir le moment précis de la mort, on nous avait fait appeler pour constater si la mort était réelle. Une jeune femme, bien portante huit jours après un accouchement, en se mettant sur son céans, vint à succomber instantanément; le mari ne pouvait croire à la mort et cherchait par tous les moyens et par tous les raisonnements à se faire illusion. Appelé à la hâte, nous avons pu le convaincre de la triste vérité, surtout en indiquant l'heure à laquelle cette femme avait dû mourir; nous avons pu indiquer exactement le moment de la mort par l'examen de la contractilité. Les muscles extenseurs se contractaient faiblement, ceux de la face plus faiblement encore avec les courants induits; mais ce qui nous avait surtout guidé, c'est le changement de forme de la contraction des muscles de la face, sous l'influence des cou-

rants continus. Cette contraction était lente, presque vermiculaire, et présentait les plus grandes analogies avec les modifications qu'éprouvent les muscles de la face dans les paralysies périphériques du nerf facial.

Ainsi, *ce n'est pas seulement la perte de la contractilité qui permet d'affirmer la mort réelle* (dans le cas que nous venons de signaler, il y avait encore une contraction et tous les muscles du tronc se contractaient énergiquement) ; *mais les modifications dans la contraction suffisent pour donner des renseignements précis, et plus importants même, que ceux que l'on peut tirer de la perte de la contractilité.*

Avantage de l'exploration électrique dans les cas de mort apparente. — Quelques-uns des moyens que l'on a proposés pour s'assurer de la mort réelle, non seulement sont douteux, mais peuvent laisser des traces de brûlure, des plaies, etc., tandis que l'exploration électrique, facile à manier, ne laisse aucune trace, aucune cicatrice, et elle a de plus l'immense avantage que, non seulement elle permet de constater la mort réelle, *mais qu'elle sert, plus qu'aucun autre moyen, à rétablir les fonctions du cœur et celles de la respiration.* C'est en même temps un remède, et, à ce point de vue, son usage devrait être plus généralisé et plus connu.

Selon les courants, le procédé doit être différent.

Avec les courants induits il faut surtout chercher à stimuler par action réflexe les centres nerveux, et le meilleur procédé est de promener les rhéophores sur la région précordiale ou sur le creux de l'estomac. Il est important, dans ces conditions, d'employer un courant modéré. On promène sur la peau les rhéophores métalliques, pleins, cylindriques ou olivaires : la forme n'y fait rien, et si l'on veut déterminer une action plus vive en un point, on laisse en

place le rhéophore olivaire, la pointe dirigée sur la peau, et on promène l'autre rhéophore dans les parties voisines.

L'observation suivante de Duchenne, de Boulogne, est des plus typiques sous ce rapport. Il s'agit d'un garçon pâtissier qui avait été asphyxié par l'oxyde de carbone. Sa face était cyanosée, il ne respirait plus, une glace placée devant sa bouche n'était point ternie, il n'avait plus de pouls; à l'auscultation seulement, on entendait de très faibles claquements valvulaires. « Je me disposais, dit Duchenne, à pratiquer la respiration artificielle par l'excitation du nerf phrénique, lorsque l'on s'aperçut que les rhéophores avaient été oubliés. Le danger était imminent. J'appliquai immédiatement sur le mamelon gauche l'extrémité métallique de l'un des conducteurs du courant induit de mon appareil à son maximum et marchant avec des intermittences rapides, pendant que je promenais l'autre conducteur au niveau de la pointe du cœur. Après quelques secondes apparurent des mouvements respiratoires, faibles et rares, mais qui augmentèrent rapidement de fréquence et d'étendue ; le pouls put être perçu après une minute environ. Après cinq ou six minutes la respiration et la circulation étaient rétablies. On le crut sauvé. Mais quelques minutes après la suspension de la faradisation cutanée il ne répondait plus aux questions qui lui étaient adressées, sa respiration se ralentissait, elle finit par devenir stercoreuse, il ne sentait plus les pincements; en un mot, il s'asphyxiait de nouveau. Il fut bien vite tiré de cet état par la faradisation cutanée de la région précordiale, pratiquée cette fois plus légèrement, car il sentait vite et fortement. Elle fut continuée par M. Duchenne fils, pendant une dizaine de minutes, jusqu'au rétablissement complet de la respiration, de la circulation et de ses facultés intellectuelles, jusqu'à

ce qu'il put se tenir debout et marcher. » Mais, quelques heures après, l'inflence de l'oxyde de carbone se fit encore sentir; il fallut de nouveau recourir, pendant la journée, à l'excitation électro-cutanée de la région précordiale, et ce n'est que vers le soir que l'état normal fut définitivement obtenu.

Cette observation montre bien comment l'excitation électro-cutanée précordiale influe avantageusement sur le fonctionnement cardiaque, car l'oxyde de carbone agit principalement sur le cœur, et chaque fois qu'il y a syncope, l'électrisation cutanée, au voisinage du mamelon gauche, est un des meilleurs moyens de réveiller les mouvements du cœur.

Sans entrer dans la discussion que nous avons eue à ce sujet avec Liégeois et Duchenne, nous sommes toujours persuadé que l'électrisation générale avec les courants continus, soit de la bouche à l'anus, soit directement sur le pneumogastrique, est préférable aux courants induits, lorsqu'on veut agir sur le fonctionnement cardiaque. En premier lieu, il n'y a aucun danger, car on ne risque pas d'exciter trop énergiquement le pneumogastrique, et, en second lieu, l'influence des courants continus est plus considérable en ce sens que les battements du cœur sont plus facilement réveillés et deviennent plus énergiques par ce mode d'électrisation. Dans la paralysie pathologiqne du nerf pneumogastrique, nous avons vu des malades éprouver pendant quelque temps après l'électrisation un vrai soulagement, et Huchard a publié des observations des plus concluantes sous ce rapport. Chez deux de ces malades, et en présence de MM. Peter et Potain, nous avons appliqué les courants électriques sur le pneumogastrique, et loin d'avoir le moindre accident, comme on aurait pu le

craindre, cette application a été suivie pendant plusieurs jours d'un amendement considérable dans les symptômes cardiaques et pulmonaires.

Cependant, les appareils à courants induits étant les plus répandus et les plus transportables, ce sera presque toujours avec des courants induits que l'on agira; c'est pour cela qne nous croyons devoir insister sur le mode d'emploi de ces appareils.

Pour stimuler le cœur par action reflexe, on électrisera, comme nous venons de l'indiquer, la région précordiale avec des courants à interruptions rapides et avec des tampons secs, soit avec le balai, soit simplement avec un rhéophore de forme quelconque dont le métal est mis à nu. Au bout de vingt à trente secondes on pourra cesser l'électrisation pendant cinq à six secondes, pour la reprendre ensuite pendant près d'une demi-minute. Le temps d'application n'a pas ici une importance aussi grande que lorsqu'on agit sur les muscles respiratoires, et cette distinction est des plus importantes. En effet, dans ce dernier cas, et pour faire la respiration artificielle, on ne laisse les rhéophores qu'un temps très court en contact avec la peau (environ deux secondes). Le procédé le plus pratique est d'appliquer sur le thorax les deux rhéophores fortement humectés, de faire passer un courant assez intense, et, dès que les muscles de la cage thoracique se sont contractés, de cesser brusquement l'électrisation. Puis, après quelques instants (deux à trois secondes), on réapplique les rhéophores comme précédemment.

L'électrisation cutanée de la région précordiale et l'électrisation directe du pneumogastrique et du nerf phrénique demandent une certaine habitude, ainsi qu'un maniement un peu plus long et plus délicat; mais il n'en est pas de même pour l'électrisation de la cage thoracique, aussi nous croyons

qu'il est utile de recommander surtout le dernier procédé d'électrisation qui, empiriquement, est très facile. Il n'est pas absolument nécessaire, en effet, d'être exactement au niveau de tel ou tel trajet nerveux, et il suffit d'appliquer les deux rhéophores de chaque côté de la cage thoracique, vers les fausses côtes, pour que l'on détermine la respiration artificielle. La seule chose importante, et qui se fait même instinctivement, c'est de cesser l'électrisation au bout de quelques instants.

Pour les noyés, les asphyxiés, etc., c'est donc ce procédé qu'il est utile d'apprendre au public.

L'hystérie avec ses diverses variétés, et surtout l'hystérie cataleptique, ont présenté assez souvent tous les phénomènes de la mort apparente, et ce sont les seuls cas où il y a eu une inhumation prématurée. Mais, il faut le dire de suite, on a singulièrement exagéré le nombre de ces inhumations ; on a démontré, dans ces derniers temps, l'inexactitude de plusieurs légendes de ce genre, dont la plus répandue est l'histoire de ce gentillhomme qui se ranima pendant que Vesale faisait son autopsie. Le merveilleux a joué dans toutes ces questions un rôle important, d'autant plus puissant, qu'en même temps intervenait encore ici l'influence de la peur et du sentimentalisme.

En résumé, dans toutes les affections, l'exploration électrique est le meilleur moyen de se rendre compte de l'état de l'organisme, et l'observation suivante du docteur Rosenthal est typique, car l'excitabilité des muscles, dans un cas de léthargie durant depuis deux jours, a permis de dissiper l'erreur qui faisait tenir la malade pour morte.

« Appelé à la campagne, dit M. Rosenthal, pour décider si le traitement électrique convenait à un malade atteint de myélite, j'appris que dans le voisinage une jeune femme ner-

veuse, à la suite d'une émotion violente, avait été prise de crampes avec perte de connaissance, et, depuis un jour et demi, ne donnait plus signe de vie, malgré tous les moyens employés (miroir devant la bouche, gouttes de cire à cacheter sur la peau); cette femme avait été déclarée morte par un médecin du pays, tandis qu'un autre avait conseillé d'attendre quelque signe évident de putréfaction. La face et la peau étaient froides et d'une pâleur cadavérique, les paupières étaient fermées et les deux pupilles également rétrécies, sans aucune réaction à la lumière. Les deux membres supérieurs et inférieurs sont dans le relâchement; quand on les soulève, ils retombent comme des masses inertes. On ne perçoit aucune pulsation aux deux artères radiales, non plus qu'aucun battement cardiaque. L'auscultation de la région précordiale, au milieu d'un profond silence, fait entendre un bruit faible, sourd, intermittent. Le thorax est immobile ; dans la région abdominale, qui est déprimée, on découvre, avec une grande attention, un mouvement très faible et très lent des parois latérales. Nulle part on ne perçoit un bruit respiratoire distinct.

» Avec mon appareil d'induction je n'eus pas de peine à reconnaître aussitôt que tous les muscles de la face et des extrémités répondaient par des contractions manifestes à des courants faibles. En excitant le facial et ses branches, l'accessoire, le phrénique, les nerfs voisins et les nerfs des membres, on obtenait partout la réaction normale. Je déclarai alors à la famille que la jeune femme, qu'ils voyaient depuis trente-deux heures sans connaissance et sans mouvement, était seulement en état de mort apparente, et qu'il fallait s'efforcer de ranimer les forces vitales qui n'étaient pas éteintes chez elle, en la frictionnant avec des linges chauds, en lui appliquant des bouteilles d'eau chaude sur le

ventre, en laissant arriver sur elle de l'air frais. Je proposai l'excitation prolongée des nerfs phréniques et de leurs congénères, *mais le médecin du pays me parut s'effrayer de ce moyen*. Comme la soirée s'avançait, je fus obligé de partir afin de ne pas manquer le dernier train pour Vienne, et je priai qu'on m'envoyât des nouvelles. Le lendemain j'appris par le télégraphe que la mort apparente avait cessé spontanément et que la malade avait recouvré la parole et le mouvement. Quatre mois après, ma ressuscitée vint me trouver en personne et me raconta qu'elle n'avait *aucun souvenir* des premiers moments de sa léthargie, que plus tard elle avait entendu ce qu'on disait de sa mort, mais sans pouvoir faire le moindre mouvement ni faire entendre aucun son [1]. »

Nous avons souligné la phrase dans laquelle Rosenthal dit que le médecin du pays parut s'effrayer d'employer l'excitation prolongée des nerfs phréniques par des courants électriques. C'est en effet à cette crainte que l'on vient toujours se heurter, et c'est un préjugé qu'il faudrait dissiper dans le public médical : car l'électrisation modérée des nerfs phréniques ou pneumogastriques ne peut être dangereuse. Cette excitation est des plus utiles, aussi bien chez les adultes que chez les nouveau-nés, et, avec fort peu d'attention, elle ne peut nullement être nuisible.

Nous ferons également remarquer que cette jeune fille rapporte qu'elle n'avait aucun souvenir des premiers moments de sa léthargie, ce qui confirme bien ce que nous disions plus haut à propos de la perte subite de toute sensation et de toute conscience, dès qu'il y a arrêt de la circulation cérébrale, pour une cause quelconque.

1. *Traité clinique des maladies du système nerveux*, par M. Rosenthal, traduit par le docteur Lubanski.

L'examen de la contractilité électro-musculaire est donc le moyen le plus pratique et le plus utile de s'assurer de la mort réelle ; mais peut-on assurer qu'il est toujours certain, et qu'à lui seul, il est toujours suffisant ? Oui, excepté dans les cas exceptionnels où il est nécessaire de savoir *immédiatement* après la mort si elle est réelle ou non. Ce sont les seuls points qu'il nous reste à examiner.

Les cas exceptionnels, dans lesquels il est absolument urgent de savoir, en un court espace de temps, si la mort est réelle, et si on peut considérer le corps comme un cadavre, se rencontrent, à vrai dire, dans une seule circonstance : c'est *lorsqu'une femme, à une époque avancée de la grossesse*, meurt subitement. Il s'agit en effet, dans ces cas, de sauver l'enfant, et pour cela il faut agir promptement et rapidement. En quelques minutes il faut prendre une décision, afin que l'enfant que l'on va retirer de la matrice soit encore viable.

Dans ces conditions, il ne peut être question d'utiliser les signes classiques, tels que ceux qui résultent de la décoloration de la peau, de la perte de la transparence de la main, de l'absence de phlyctènes et d'auréole inflammatoire à la suite des brûlures cutanées, etc. Ces signes sont d'ailleurs incertains, même dans les cas ordinaires. L'électricité même ne peut donner aucune indication précise, car la contractilité n'est encore ni abolie ni modifiée une à cinq minutes après la mort, et il y a encore des contractions aussi nettes que pendant la vie.

Quoique cette circonstance sorte de notre sujet, nous allons l'examiner afin de complèter cette étude sur les signes certains de la mort.

Il est important dans ces cas de tenir compte de la *lenteur* ou de la *rapidité* avec laquelle la mort est arrivée.

Pour la mort rapide, la seule presque où l'opération

césarienne puisse avoir de grandes chances de succès, le diagnostic est heureusement facile à faire, et il résulte surtout de la comparaison entre l'état précédent immédiat et l'état actuel. Les points importants à établir dans ces circonstances sont, que cette mort ne peut être le résultat que d'un arrêt brusque des fonctions du cœur ou du système nerveux central, et qu'alors la transition entre la vie et la mort est tellement nette et frappante que cette comparaison seule devient un des signes les plus évidents de la mort.

Chez les femmes enceintes, chez lesquelles l'enfant est vivant au moment de la mort subite, les seuls cas, en somme, où il soit nécessaire de savoir aussitôt si la mort est réelle ou apparente, il existe *un signe certain* de la mort réelle : ce signe est fourni *par la comparaison* des battements du cœur chez la femme et des battements du cœur chez l'enfant; ils doivent être absents chez la mère, et persister chez le fœtus pendant plusieurs minutes. Il y a en effet une indépendance assez considérable entre la circulation intra-utérine et celle de la mère; si celle-ci est brusquement arrêtée, l'autre peut continuer un certain temps. Nous le répétons, ces faits ne sont vrais que pour une femme bien portante dont la mort arrive subitement. Lorsque la mort de la mère arrive par une agonie lente, la vitalité du fœtus est compromise également par la persistance des conditions morbides de l'économie maternelle.

D'après Gareski (*Presse médicale belge*), voici le résultat des expériences sur les animaux pour rechercher la durée de la vie de l'enfant après la mort de la mère :

« L'extraction d'un fœtus vivant est probable si elle est faite pendant les six premières minutes qui suivent la mort de la mère;

» On peut encore espérer rappeler à la vie, malgré le degré

d'asphyxie, les enfants extraits six à dix minutes après la mort;

» On pourrait même encore les sauver après dix à vingt-six minutes;

» La survie du fœtus est d'autant plus longue que l'intervalle de temps qui s'écoule entre la cause de la mort et la cessation complète des mouvements du cœur est plus court. »

L'observation la plus intéressante, et qui peut être considérée comme typique, est celle du Dr Campbell, pendant qu'il était interne à l'hôpital de la Maternité :

Une femme, enceinte de huit mois et demi, meurt subitement. L'examen le plus attentif ne fait découvrir aucun mouvement respiratoire, et en même temps l'auscultation ne fait percevoir aucun battement du cœur. Du côté du fœtus, les mouvements du cœur existaient encore, et trois minutes après que la mère eut rendu le dernier soupir, les doubles pulsations du cœur étaient de 140 à 120 par minute, puis elles descendirent à 100, et huit à neuf minutes après la mort de la mère, elles n'étaient guère que de 80, et en même temps elles devenaient irrégulières.

Devant ces symptômes, Campbell n'hésita pas à faire rapidement une incision dans le ventre pour aller chercher l'enfant; il ne s'écoula pas de sang, et il n'y eut de la part de la mère aucun mouvement; l'enfant ne put être rappelé à la vie qu'avec beaucoup de soins, et la première inspiration n'eut lieu qu'une demi-heure après l'insufflation.

Nous le répétons, c'est pratiquement le seul cas où il soit nécessaire de savoir *rapidement* si la mort est réelle, car de cette conviction dépendent, et une opération grave, et la vie de l'enfant. Dans toutes les autres circonstances, le temps presse moins, et l'on peut avoir recours aux signes fournis par l'exploration électrique.

De la valeur des signes de la mort généralement admis, comparés à l'emploi des courants électriques. — Il est bien rare qu'il puisse y avoir, dans les cas ordinaires, de l'incertitude sur les signes de la mort; cependant, la mort apparente peut exister, principalement dans l'asphyxie, dans la syncope, dans l'ivresse et dans les diverses formes de l'hystérie. L'état comateux du choléra peut donner souvent l'apparence de la mort réelle, et cela est d'autant plus important, que dans les épidémies il est nécessaire d'être fixé rapidement sur la mort réelle.

La cessation des mouvements respiratoires a lieu, chez les noyés et chez les pendus, alors qu'on peut encore, au bout de quelque temps, les ramener à la vie. Les exemples de noyés abandonnés trop tôt sont loin d'être rares, car on réussit souvent après une heure, et même plus, de soins persévérants. Il en est de même pour les asphyxies dues à la respiration de gaz délétères; la mort apparente peut durer depuis plusieurs heures et la respiration être complètement nulle, et cependant les malades peuvent encore souvent être rappelés à la vie.

C'est principalement chez les nouveau-nés que l'absence de respiration ne doit point faire croire à une mort réelle; les erreurs ont été fréquentes, et plusieurs enfants ont été sauvés après plus de deux heures de soins continus.

L'état syncopal est celui qui donne le plus l'apparence de la mort réelle, car l'interruption de la circulation amène les modifications les plus considérables : l'absence du pouls et des battements du cœur, la pâleur générale, la perte de connaissance, le refroidissement.

Ce n'est que dans des cas d'hystérie ou à la suite d'affections plus ou moins longues, telles que la variole, le typhus, le choléra, qu'un certain degré de syncope peut persister

pendant des heures sans que la mort survienne. Dans ces cas, en effet, tous les signes extérieurs existent : le refroidissement, la cyanose, la face cadavérique, etc. Le cœur cependant continue à agir, mais si faiblement que ses mouvements sont à peine perçus.

La syncope brusque avec arrêt subit du cœur est presque toujours suivie de la mort ; mais il n'en est pas de même lorsqu'il y a syncope avec de très faibles contractions persistantes. Cette différence explique comment il se fait que des noyés ont pu rester si longtemps sous l'eau, et comment, dans les accidents chloroformiques, il y a possibilité de ramener la respiration et la circulation aussi longtemps qu'il existe quelques frémissements cardiaques.

La syncope hystérique est la forme la plus fréquente de la mort apparente et celle dont la durée se prolonge le plus longtemps. Sur 480 cas d'hystérie bien constatés, le Dr Briquet a trouvé 8 cas de léthargie, de un à huit jours de durée.

On peut en effet reconnaître, dans certains cas d'hystérie, le tableau complet de la mort : insensibilité, résolution des membres, respiration et battements du cœur imperceptibles. Aussi ne faut-il pas oublier que ce sont les femmes qui présentent les plus nombreux exemples de mort apparente.

Le signe de la mort réelle le plus généralement admis, c'est-à-dire l'absence des battements du cœur, n'est cependant pas absolu, puisque dans bien des cas il y a suspension momentanée des battements du cœur, et que souvent, pendant les états de syncope, il ne persiste qu'un léger bruit sourd et tellement faible qu'il peut échapper à l'oreille la plus exercée. Josat cite un cas dans lequel l'enfant fut ranimé, bien que l'auscultation n'eût découvert aucun fré-

missement de cet organe; Depaul a également vu des faits de ce genre.

Avec l'absence de la circulation, tous les autres signes, tels que la décoloration de la peau, la perte de la transparence de la peau, etc., arrivent fatalement; il en est de même de l'examen de la pupille et du refroidissement du corps.

L'absence des mouvements respiratoires est des plus fréquents dans la mort apparente, et il est impossible de se fonder sur ce symptôme. Les moyens préconisés, tels que la flamme d'une bougie ou un miroir présenté devant la bouche ou les narines, pour être agité ou terni par le souffle (trop faible pour être perceptible autrement), n'ont rien de certain : car en modérant sa respiration, on peut faire que le souffle respiratoire n'agite pas les filaments les plus déliés, et on sait, d'un autre côté, qu'il s'exhale d'un cadavre encore chaud des vapeurs capables de ternir la glace.

Le refroidissement du corps est évidemment un signe des plus utiles; mais, dans bien des cas, surtout dans l'état d'alcoolisme, le refroidissement peut être des plus considérables sans qu'il y ait mort réelle. D'un autre côté, la température reste souvent élevée longtemps après la mort. C'est ainsi qu'une heure et demie après la mort, la température chez un tétanique était de 44°,9 (Wanderlich). On sait d'ailleurs que dans beaucoup de maladies la température augmente au moment de la mort, et, dans un cas de rage, Peter a trouvé, une demi-heure après la mort, 40°,8 (2 degrés de plus que quelques heures avant la mort). Dans le choléra même, la température s'élève après la mort, et c'est surtout dans ces cas qu'il devient important de ne pas avoir de pareilles causes d'erreur.

Donc ni l'absence des mouvements respiratoires, ni l'ab-

sence des mouvements du cœur, ni les modifications de la température ne pourront donner des indications absolument précises.

Cette conclusion est encore bien plus exacte, si l'on tient compte des effets d'inhibition qu'a décrits Brown-Sequard, et l'on peut dire d'une façon absolument certaine que c'est dans l'emploi de l'électricité que réside le moyen le plus exact et le plus facile de constater la mort réelle.

Cet emploi doit être fondé sur des moyens pratiques et constants, et c'est pour cela que nous croyons qu'il ne faut pas insister sur les faits communiqués par MM. Brouardel, Gariel et Granger à la Société de biologie et surtout sur ceux indiqués par Bochefontaine, qui a cru reconnaître que la propagation des courants électriques ne s'opère pas chez les animaux morts depuis au moins trois heures. Ces expériences ont encore besoin d'être vérifiées, et, dans tous les cas, elles ne peuvent être reproduites constamment et à volonté. Cela suffit pour qu'on ne doive pas insister sur ces phénomènes, surtout lorsque d'autres n'ont aucun de ces inconvénients.

Un phénomène plus constant, mais qui est un peu compliqué, est celui signalé par le D[r] Buck ; il repose sur la différence de température entre la contraction d'un muscle chez le vivant et chez un corps mort. Un thermomètre à mercure est appliqué à la surface de la peau, et quand le thermomètre a pris son niveau, on soumet le muscle sous-jacent au courant d'induction. On sait que dans ces conditions le thermomètre monte sur le vivant, et comme la circulation est abolie chez le cadavre, il n'en est pas de même chez ce dernier. M. Buck se trompe cependant en affirmant que, malgré les contractures les plus violentes, le mercure reste absolument stationnaire, même dans les premiers in-

stants où la vie a cessé. Cela n'est exact qu'au moins une heure environ après la mort, et l'expérience est facile à faire sur les animaux à sang chaud.

Nous le répétons, ce sont là des complications complètement inutiles, car il suffit d'interroger la contractilité électro-musculaire. Celle-ci donne même des différences spécifiques dans la nature et dans l'intensité des contractions musculaires. Comme nous l'avons observé sur des malades morts de fièvre typhoïde et du choléra, les phénomènes que nous avons décrits, et qui consistent dans la diminution de la contractilité pseudo-musculaire et dans l'augmentation de la contractilité galvano-musculaire, sont des signes certains de l'abolition lente des actes vitaux. *Chez des cholériques seuls l'inhumation doit être précipitée, et c'est précisément chez eux que ces phénomènes apparaissent le plus rapidement.*

Ce n'est que dans le seul cas de femme enceinte, mourant d'une façon foudroyante, que l'électricité ne peut donner d'indications : car c'est dans l'espace de cinq à dix minutes qu'il faut prendre une décision, et jamais les réactions électro-musculaires ne peuvent donner de renseignements précis en aussi peu de temps.

Par contre, dans tous les autres cas où l'on peut attendre deux à trois heures, l'emploi de l'électricité donnera une certitude absolue. Il est même inutile de rechercher les phénomènes un peu compliqués de la différence de contractilité, et de savoir d'après la forme de la contraction à combien d'heures remonte la mort. Ce sont là des questions intéressantes et utiles dans quelques cas rares; mais si l'on veut s'en tenir à la constatation de la mort réelle, par un moyen facile, exact et à la portée de tout le monde, il suffit de se rappeler :

Que ce sont les muscles de la face qui perdent les premiers la contractilité électro-musculaire, et que les muscles orbiculaires des paupières et des lèvres sont ceux qui conservent le plus longtemps leur excitabilité.

Or, il n'y a pas d'affections où cette perte de contractilité *sur le vivant* se fasse d'après cette loi, ni surtout où cette perte de contractilité se produise en même temps des deux côtés. Même dans les cas de catalepsie les plus complets, la contractilité persiste, et dans le cas célèbre de Brown-Sequard, d'une jeune fille qui restait des heures entières en extase, il y eut des contractions énergiques de la face sous l'influence d'un courant induit, alors que rien d'autre ne fut modifié dans l'attitude de la malade. Au minimum, quatre heures après la mort (et cela chez des sujets morts en pleine santé), presque tous les muscles de la face ne se contractent plus par les courants électriques des appareils induits ordinaires, et les seuls muscles orbiculaires offrent des contractions.

Par conséquent, si avec n'importe quel appareil induit, qui détermine sur la main ou sur le bras d'un assistant une légère contraction, on ne provoque aucune contraction des muscles de la face, on peut *affirmer* que la mort est réelle. Raison de plus, si la contractilité a également disparu sur d'autres parties du corps. Au contraire, si l'on retrouve des traces de contractilité, il faut aussitôt employer le même appareil, pour porter sur la région précordiale une stimulation électrique.

On arrive ainsi à stimuler les fonctions du cœur et celles de la respiration, et si la mort est vraiment apparente, on ranime le malade et le même appareil peu coûteux et facile à manier, après avoir été un moyen de diagnostic, devient un agent thérapeutique.

Ces actions sont tellement constantes, que nous ne concevons pas qu'elles ne soient pas plus souvent mises en pratique, et l'on peut dire que s'il y a une application incontestable de l'électricité à la médecine, c'est avant tout celle-là, car elle n'implique absolument aucune exception. D'un autre côté, non seulement tout médecin, mais tout individu même sans aucune intruction, et n'ayant absolument aucunes connaissances médicales ou scientifiques, peut avec un petit appareil électrique, composé d'une simple bobine, se servir de ce moyen si simple et si facile. Il suffit, en effet, d'essayer sur soi-même, sur un muscle quelconque de l'avant-bras ou de la main, pour savoir si l'appareil fonctionne, et dans ces conditions, si sur la face, on n'obtient pas de contraction, on peut être certain d'une façon indubitable que la mort est réelle.

APPENDICE

CONTRACTIONS DÉTERMINÉES PAR LES CONTACTS DE POLARISATION

Nous sommes parvenus à enregistrer des contractions que nous avons provoquées en mettant en rapport les muscles gastro-cnémiens d'une grenouille avec des tissus vivants préalablement électrisés[1].

L'importance de ces résultats tient surtout à ce qu'ils démontrent d'une façon indiscutable l'existence et l'énergie des courants de polarisation dans nos tissus et, par conséquent, les conditions d'erreur des expériences fondamentales de du Bois-Raymond et de la plupart des physiologistes de son École.

On sait que cette école a soutenu qu'il existait une orientation polaire des molécules organiques et que les modifications de cette orientation étaient la cause de tous les phénomènes électrophysiologiques.

Comme nous l'avons développé dans les pages consacrées à cette étude, les phénomènes sur lesquels s'appuie cette théorie sont le résultat d'actions chimiques, amenant des polarisations. Il fallait donc démontrer nettement l'existence et l'intensité de ces courants de polarisation. C'est ce qu'on peut même faire au moyen du galvanomètre.

En effet, quand on applique deux tampons bien imbibés d'eau sur un membre et qu'on laisse passer un courant d'une

1. Ces expériences ont été faites en collaboration avec le Dr Larat.

intensité de dix milli-ampères, par exemple, pendant cinq minutes, si l'on vient à renverser le courant, le nombre des éléments en circuit restant le même, on constate qu'au moment de l'inversion et pendant les instants qui suivent, la déviation accusée par l'aiguille aimantée dépasse toujours, et souvent de près du double, les dix millièmes indiqués précédemment.

Cela tient évidemment à ce que, à ce moment, le courant de polarisation vient s'ajouter au courant direct.

Pour rendre plus saisissante l'existence et l'énergie de ces courants de polarisation, nous les avons fait agir sur les muscles gastro-cnémiens d'une grenouille, et nous avons ainsi pu recueillir plusieurs tracés.

Dans une première série d'expériences, pour montrer l'analogie qui existe entre les phénomènes chimiques déterminés dans les tissus vivants et ceux qui ont lieu par l'électrolyse des liquides salins quelconques, nous avons recueilli et fait agir sur les muscles de grenouille le courant secondaire engendré par la galvanisation de l'eau ordinaire, pendant une durée de cinq à dix minutes.

Nous avons employé d'abord des électrodes en charbon. Ces électrodes étant plongées dans l'eau, nous faisions passer à travers le liquide, pendant une dizaine de minutes. le courant de 60[él] au sulfate de cuivre, puis, détachant les fils conducteurs de la source électrique, nous les mettions en rapport avec deux pinces en contact avec le nerf sciatique d'une grenouille. Au moment du contact et à chaque interruption, nous avons pu constater et enregistrer les secousses indiquées dans les figures ci-jointes (fig. 269 et 270).

Puis nous avons employé les électrodes, dites *impolarisables*, dont se servent les physiologistes allemands, et qui

ne sont autre chose que des rhéophores à grande résistance. Nous avons encore enregistré les secousses de la figure 271. On voit donc que ces électrodes ne sont pas réellement impolarisables.

Dans une seconde série d'expériences, nous avons voulu rechercher si les courants de polarisation produits

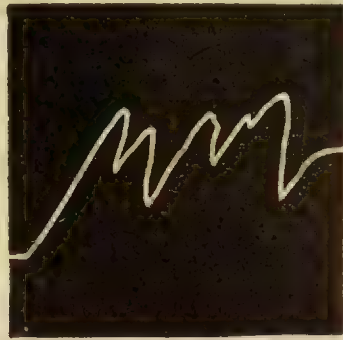


Fig. 269.

chez l'homme par les courants journellement usités en électrothérapie avaient une intensité suffisante pour déterminer des contrations analogues, et nous avons pu facilement enregistrer les résultats indiqués dans les tracés ci-joints.

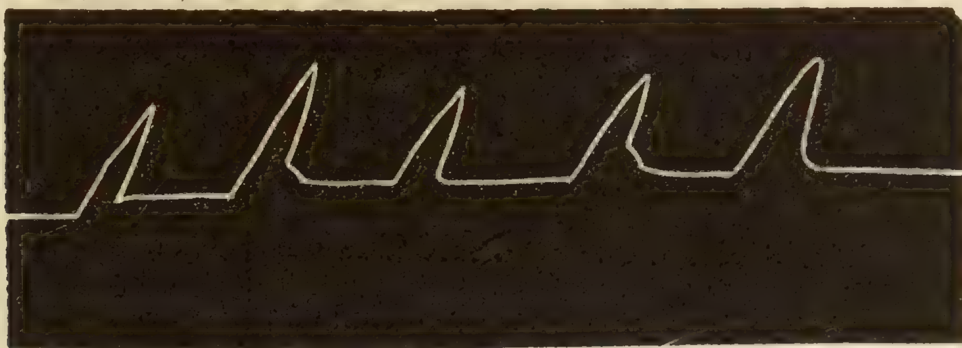


Fig. 270.

Nous appliquions les rhéphores en charbon sur les membres, et nous avons obtenu les résultats suivants :

Sur le bras (fig 272) :

Sur l'avant-bras (fig 273) :

Sur la jambe (fig 274) :

Sur la cuisse (fig 275) :

L'intensité du courant était de dix milli-ampères et sa

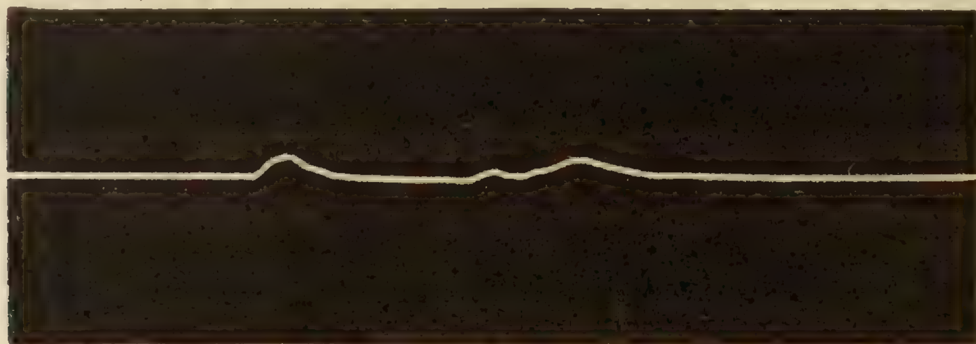


FIG. 271.

durée de cinq minutes, au bout desquelles, comme précédemment, nous mettions en contact avec le nerf sciatique



FIG. 272.

d'une grenouille les fils qui, d'autre part, étaient en rapport avec les électrodes appliquées sur la peau et sans qu'aucun élément de pile intervînt dans le circuit.

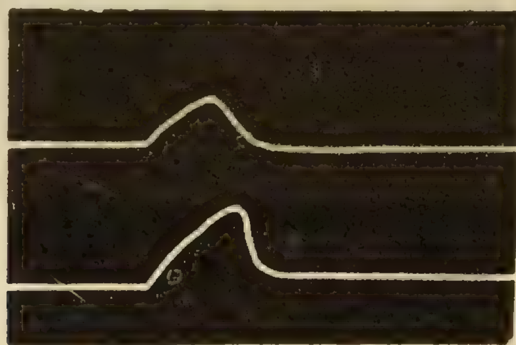


FIG. 273.

Les contradictions déterminées par les courants de polarisation ne diffèrent pas sensiblement de celles obtenues par le courant direct.

Il résulte de ces expériences, qu'avec les courants journellement employés en électrothérapie, on emmagasine dans les membres électrisés assez d'énergie pour déterminer des contractions apparentes plusieurs minutes après le passage

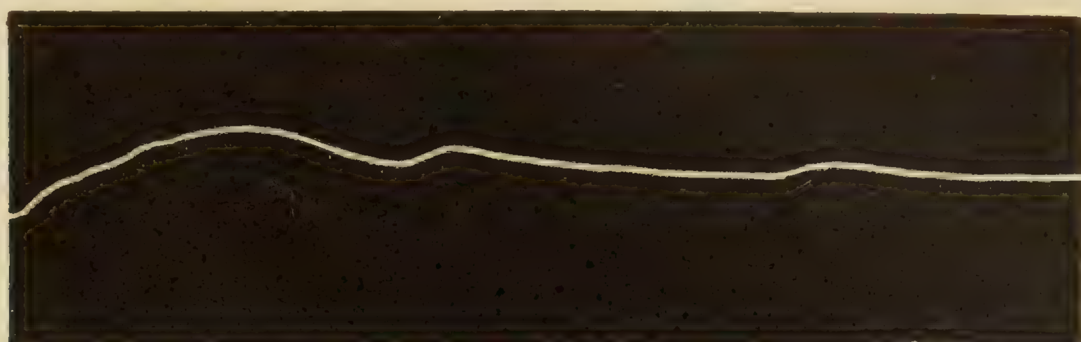


Fig. 274.

du courant, et leur action suffit parfaitement à expliquer la plupart des phénomènes physiologistes constatés par les expérimentateurs. Ainsi se trouvent confirmées les objections faites à la théorie de l'électrotonus. Il est presque inu-

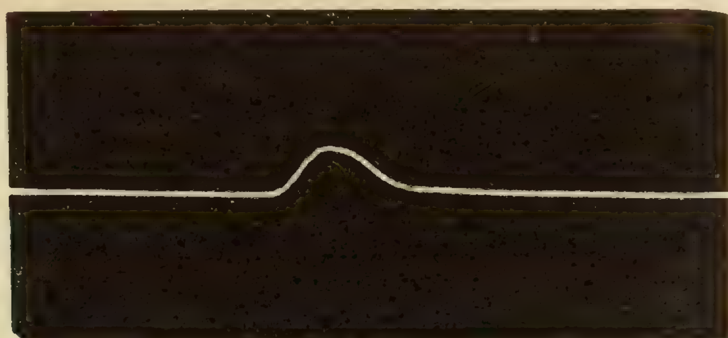


Fig. 275.

tile d'ajouter, ce qui est important au point de vue thérapeutique, que ces expériences démontrent encore d'une façon incontestable que l'action de l'électrisation se prolonge après qu'on a enlevé les rheophores, et que les tissus deviennent eux-mêmes des sources de courants électriques.

FIN

TABLE DES MATIÈRES

CHAPITRE III

DES ÉLÉMENTS ET DES APPAREILS A COURANT CONSTANT ET CONTINU

CHAPITRE IV

DES PHÉNOMÈNES DE L'ÉLECTRICITÉ DANS LES CORPS VIVANTS

Pages.

DEUXIÈME PARTIE

EFFETS PHYSIQUES ET CHIMIQUES DES COURANTS ÉLECTRIQUES

CHAPITRE PREMIER

DES EFFETS PHYSIQUES DES COURANTS ÉLECTRIQUES SUR LES CORPS VIVANTS

CHAPITRE II

EFFETS CHIMIQUES DES COURANTS SUR LES CORPS VIVANTS

TROISIÈME PARTIE

RECHERCHES PHYSIOLOGIQUES ET CLINIQUES

CHAPITRE PREMIER

ÉLECTRICITÉ ANIMALE

CHAPITRE II

DES PHÉNOMÈNES ÉLECTRO-CAPILLAIRES

CHAPITRE III

INFLUENCE DES COURANTS ÉLECTRIQUES SUR LA CIRCULATION

Recherches physiologiques

Recherches cliniques.

CHAPITRE IV

INFLUENCE DES COURANTS ÉLECTRIQUES SUR LE SYSTÈME NERVEUX

Recherches physiologiques.

Recherches cliniques.

Système nerveux périphérique

Système nerveux central.

Affections nerveuses dites essentielles.

Affections organiques de la moelle épinière.

Pages.

Affections chroniques de la substance grise de la moelle.

Affections cérébrales.

CHAPITRE V

INFLUENCE DE L'ÉLECTRICITÉ SUR LE SYSTÈME MUSCULAIRE DES MUSCLES STRIÉS

Recherches physiologiques.

Recherches cliniques.

Pages.

CHAPITRE VI

INFLUENCE DE L'ÉLECTRICITÉ SUR LE SYSTÈME MUSCULAIRE — DES FIBRES LISSES

Recherches physiologiques.

Recherches cliniques.

CHAPITRE VII

INFLUENCE DES COURANTS ÉLECTRIQUES SUR LA NUTRITION GÉNÉRALE

Recherches physiologiques.

Recherches cliniques.

CHAPITRE VIII

INFEUENCE DE L'ÉLECTRICITÉ SUR LES MOUVEMENTS DU CŒUR

CHAPITRE IX

DE L'EMPLOI DE L'ÉLECTRICITÉ POUR CONSTATER LA MORT RÉELE OU APPARENTE

APPENDICE

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.

Bourloton. — Imprimeries réunies, B, rue Mignon, 2.

